CONTRIBUTION À LA DESCRIPTION DE L'HABITAT DES LOUPS DE MER (*ANARHICHAS* SPP.) PRÈS DE LA PÉNINSULE GASPÉSIENNE PAR VIDÉO REMORQUÉE ET RELEVÉS ACOUSTIQUES MULTIFAISCEAUX

Richard Larocque, Jean-Denis Dutil, Serge Proulx, Marilyn Thorne, Pierre-Marc Scallon-Chouinard, Marie-Hélène Gendron, Jacques Plourde et Thierry Schmitt

Direction Régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
Mont-Joli, Québec, G5M 1V7

2010

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2902

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques de Pêches et Océans Canada, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications à part entière. Le titre exact figure au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la base de données *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques.*

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de Rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de Rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de Rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of Fisheries and Oceans Canada, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts.*

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 2902

2010

CONTRIBUTION À LA DESCRIPTION DE L'HABITAT DES LOUPS DE MER (*ANARHICHAS* SPP.) PRÈS DE LA PÉNINSULE GASPÉSIENNE PAR VIDÉO REMORQUÉE ET RELEVÉS ACOUSTIQUES MULTIFAISCEAUX

Richard Larocque, Jean-Denis Dutil, Serge Proulx, Marilyn Thorne,
Pierre-Marc Scallon-Chouinard, Marie-Hélène Gendron,
Jacques Plourde et Thierry Schmitt

Direction régionale des Sciences
Pêches et des Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

© Sa majesté la Reine du Chef du Canada, 2010
No de cat. Fs 97-6/2902F ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit :

Larocque, R, Dutil, J.-D., Proulx, S., Thorne, M., Scallon-Chouinard, P.-M., Gendron, M.-H., Plourde, J. et Schmitt, T. 2010. Contribution à la description de l'habitat des loups de mer (*Anarhichas* spp.) près de la péninsule gaspésienne par vidéo remorquée et relevés acoustiques multifaisceaux. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2902 : vii + 44 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES v
LISTE DES ANNEXES v
RÉSUMÉ vi
ABSTRACT vi
PRÉFACE vii
1 INTRODUCTION 1
1.1 HISTORIQUE DES TRAVAUX À L'INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE 1
1.2 SITUATION ACTUELLE ET DÉCLIN 1
1.3 STRATÉGIE DE RÉTABLISSEMENT ET PLAN DE GESTION 2
1.4 HABITAT DU LOUP, CONNAISSANCES ET LACUNES 2
1.5 DÉCRIRE ET CLASSIFIER LES HABITATS 3
1.6 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES 4
1.7 DISTRIBUTION 4
1.7.1 Généralités 4
1.7.2 Habitat, biologie et cycle vital 5
1.8 PÊCHERIES, DÉBARQUEMENTS 7
1.9 LES LEVÉS ACOUSTIQUES MULTIFAISCEAUX POUR DÉCRIRE L'HABITAT 8
1.10 CAMÉRA REMORQUÉE 9
2 MÉTHODES 10
2.1 DISTRIBUTION 10
2.1.1 Méthode, stade pélagique 10
2.1.2 Méthode, stade benthique 10
2.2 LEVÉS ACOUSTIQUES MULTIFAISCEAUX 11
2.2.1 Sélection des secteurs et zones d'étude 11
2.2.2 Acquisition de données 12
2.2.3 Traitement des données 12
2.2.4 Traitement de la mosaïque de la réflectivité 13
2.4 CLASSIFICATION BASÉE SUR LA MORPHOLOGIE 14
2.4.1 La classification des secteurs de Cap Gaspé et Cloridorme 15
2.5 CAMÉRA REMORQUÉE 16
2.5.1 Sélection et positionnement des traits 16
2.5.2 Calendrier des levés 16
2.6 PHYSICO-CHIMIE 16
2.7 ÉQUIPEMENTS VIDÉO ET TRAINEAU BENTHIQUE 16
2.8 ESTIMATION DE LA POSITION DU TRAINEAU AU FOND 17
2.9 TRAITEMENT DES BANDES À BORD 18
2.10 ANALYSE DES VIDÉOS 18
2.11 SAISIE D'IMAGES FIXES 19
2.12 ANALYSE DE SIMILITUDES 19
3 RÉSULTATS 20
3.1 DISTRIBUTION 20
3.1.1 Stade pélagique 20

3.1.2 Stade benthique 20
3.2 LEVÉS ACOUSTIQUES MULTIFAISCEAUX 21
3.2.1 Rétrodiffusion 21
3.2.2 Comparaison d'une zone avec captures, et sans capture: Cap Gaspé 22
3.3 CAMÉRA REMORQUÉE 22
3.3.1 Description du milieu, Cloridorme 22
3.3.2 Description du milieu, Cap Gaspé 23
3.4 ANALYSE DE SIMILITUDES 23
3.5 CARTOGRAPHIE DES INFORMATIONS PROVENANT DE LA VIDÉO 24
4 DISCUSSION 25
4.1 HABITAT POTENTIEL 25
4.2 AMÉLIORATIONS TECHNOLOGIQUES 27
4.2.1 Imagerie photo 27
4.2.2 Imagerie vidéo 27
4.2.3 Éclairage 28
4.2.4 Positionnement 28
5 SOURCE ET PROPRIÉTÉ DES DONNÉES 28
6 REMERCIEMENTS 29
7 RÉFÉRENCES 30
8 ANNEXES 41

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des trois secteurs étudiés à la pointe est de la péninsule gaspésienne. 35
Figure 2. Localisation des captures de loups tachetés, *Anarhichas minor*, dans le golfe du Saint-Laurent entre 1971 et 2007 selon trois sources 36
Figure 3. Localisation des captures de loups atlantiques, *Anarhichas lupus*, dans le golfe du Saint-Laurent entre 1971 et 2007 selon trois sources 37
Figure 4. Rétrodiffusion, secteur de Cloridorme. Valeurs relatives 38
Figure 5. Rétrodiffusion, secteur de Cap Gaspé. Valeurs relatives 38
Figure 6. Analyse de groupement pour le secteur de Cloridorme, groupes statistiquement différents ($p<0.05$) 39
Figure 7. Cartographie des groupements pour le secteur de Cloridorme 39
Figure 8. Analyse de groupement pour le secteur de Cap Gaspé 40

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Sommaire, oxygène (optode) et température / salinité (CTD) 41
Annexe 2. Documents et informations complémentaires sur le DVD-ROM 43
Annexe 3. Navigation dans le DVD-ROM 44

RÉSUMÉ

Larocque, R., Dutil, J.-D., Proulx, S., Thorne, M., Scallon-Chouinard, P.-M., Gendron, M.-H., Plourde, J., et Schmitt, T. 2010. Contribution à la description de l'habitat des loups de mer (*Anarhichas* spp.) près de la péninsule gaspésienne par vidéo remorquée et relevés acoustiques multifaisceaux. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2902 : vii + 44 p.

Ce rapport présente les résultats d'initiatives visant à étudier l'habitat potentiel et la distribution du loup (*Anarhichas* spp.) dans le golfe du Saint-Laurent et en particulier près de la péninsule gaspésienne. Les caractéristiques de l'habitat furent examinées à des échelles spatiales différentes : par relevés vidéo, par levés acoustiques multifaisceaux et par un examen des données historiques de capture. La bathymétrie à haute résolution et la rétrodiffusion couplées à l'information provenant de la vidéo ont permis de décrire en détail des environnements connus pour être fréquentés par les loups. Des caractéristiques présumées favorables aux loups ont été notées sur les deux secteurs principaux, y compris des abris sous roche et des sillons d'origine glaciaire. L'information produite est présentée sous la forme d'un document interactif sur DVD-ROM annexé au rapport. La complémentarité de ces méthodes ainsi que les implications pour la gestion d'autres espèces en péril sont discutées.

ABSTRACT

Larocque, R., Dutil, J.-D., Proulx, S., Thorne, M., Scallon-Chouinard, P.-M., Gendron, M.-H., Plourde, J., et Schmitt, T. 2010. Contribution à la description de l'habitat des loups de mer (*Anarhichas* spp.) près de la péninsule gaspésienne par vidéo remorquée et relevés acoustiques multifaisceaux. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2902 : vii + 44 p.

This report presents the results of several initiatives that examine the potential habitat of wolffish (*Anarhichas* spp.) in the Gulf of St. Lawrence and in particular near the Gaspé peninsula. The habitat features were examined at different spatial scales: by towed video, multibeam acoustic surveys and an examination of historical catch data. High-resolution bathymetry and backscatter coupled with information extracted from video allowed for a detailed description of environments known to be used by wolfish. Features believed to be favourable to wolfish were identified on both survey sites, including shelters and glacial scours. The resulting information is presented within the attached multimedia DVD-ROM. The complimentary nature of these methods and the management implications for a species at risk are discussed.

PRÉFACE

Notre équipe fait partie de la Direction des sciences océaniques et de l'environnement du ministère des Pêches et des Océans Canada (MPO) à l'Institut Maurice-Lamontagne (IML), situé à Mont-Joli, Québec.

Pour réaliser une partie de nos travaux sur l'habitat et la distribution des loups de mer (*Anarhichas* spp.), nous avons eu recours à une approche à trois échelles spatiales différentes mais complémentaires et interconnectées. A l'échelle la plus fine, des travaux de description de l'habitat et de son utilisation par les loups ont été réalisés en plongée sur un site côtier en Gaspésie. A l'échelle du golfe, les données historiques de captures provenant de plusieurs sources ont été étudiées, de même que les caractéristiques physiques du milieu basées sur l'analyse de la bathymétrie. A une échelle intermédiaire, le long de la péninsule gaspésienne dans quelques secteurs connus pour la présence de loups, nous avons évalué en 2005 et 2006 l'utilisation des relevés visuels par caméra vidéo remorquée et des relevés acoustiques par sondeurs multifaisceaux à haute résolution pour décrire l'habitat. Parallèlement, des travaux en bassins ont été réalisés à l'IML pour examiner des questions précises reliées au comportement et à la reproduction. Tous ces travaux ont généré une masse considérable de données utilisées pour la production de publications scientifiques. Le but ultime est de contribuer aux objectifs de rétablissement des populations de loups en localisant et en décrivant l'habitat de ces espèces et en identifiant les paramètres environnementaux qui ont un impact sur leurs populations. Ce rapport, et en particulier le document multimédia qui l'accompagne, visent à rendre accessibles des informations, essentiellement visuelles, qui ne pourraient l'être autrement. Il présente aussi une introduction aux méthodes cartographiques utilisées dans le cadre de nos travaux à travers des exemples spécifiques aux loups.

Ce rapport est accompagné d'un document interactif sur DVD-ROM. Le disque contient la majorité des textes du rapport et présente plusieurs informations complémentaires, y compris l'ensemble des résultats. La nature de ce matériel est notée en début de chaque section dans le rapport, et l'annexe 2 détaille les informations qui ne sont disponibles que sur le DVD-ROM. Le lecteur pourra choisir d'aborder l'information uniquement via le document électronique qui est mieux adapté à ce type d'information visuelle. Il y trouvera des images, des cartes interactives et des séquences vidéo ainsi que des liens vers plusieurs documents pertinents. L'information sur la navigation dans le document est présentée à l'annexe 3.

Le lecteur intéressé par la biologie du loup tacheté (*Anarhichas minor*) et du loup atlantique (*A. lupus*) trouvera des informations détaillées sur leur distribution et sur les environnements benthiques associés, mais la portée de ce document se veut plus large. Par le biais d'images et des vidéos, il saura intéresser quiconque veut en apprendre davantage sur les fonds marins entourant la péninsule gaspésienne.

1 INTRODUCTION

1.1 HISTORIQUE DES TRAVAUX À L'INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE

Informations complémentaires sur DVD : expériences sur l'utilisation des abris et la territorialité, photos.

Depuis 2000, la section de biologie expérimentale de l'Institut Maurice-Lamontagne (IML) favorise le développement de projets et de technologies pour la production aquicole de loup atlantique (*Anarhichas lupus*) et de loup tacheté (*Anarhichas minor*). Les premiers travaux ont porté sur la croissance et la reproduction de ces deux espèces en captivité à partir d'œufs fécondés en provenance de Terre-Neuve et d'élevages réalisés au Centre aquicole marin de Grande-Rivière (Québec). Or l'écologie de ces espèces et celle d'une troisième espèce plus rare, le loup à tête large (*Anarhichas denticulatus*), sont mal connues, ce qui a motivé les recherches sur leur biologie et leur distribution dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Les individus élevés en bassin ont été utilisés pour des études en laboratoire sur le métabolisme, la croissance, le cycle de maturation, la fertilité, la fécondité et la compétition intraspécifique pour les abris. En plus des études en laboratoire, des travaux en milieu naturel ont permis de développer de nouvelles techniques, comme par exemple une méthode de transfert (ensemencement) en milieu naturel, des mesures d'individus prises *in situ* en plongée et des relevés multifaisceaux pour localiser des habitats favorables en faible profondeur (Larocque *et al.* 2008).

L'identification, la caractérisation et la cartographie de l'habitat et de la distribution des loups dans le Saint-Laurent s'inscrit à la suite de ces travaux. Plusieurs études ont été réalisées: 1) description de l'habitat des loups par observations en plongée; 2) étude des données historiques de captures pour mieux définir la distribution; 3) relevés par sondeurs acoustiques multifaisceaux (levés acoustiques) et relevés visuels par caméra vidéo remorquée (levés par caméra) dans des secteurs connus pour la présence de loups.

1.2 SITUATION ACTUELLE ET DÉCLIN

Une diminution significative de la biomasse chez les trois espèces de loups a été notée dès 1996 (Kulka et DeBlois 1996) dans les eaux du plateau continental au large de Terre-Neuve et Labrador ainsi que dans le golfe du Saint-Laurent. Ce déclin s'est poursuivi en dépit d'une réduction significative de l'effort de pêche (Simpson et Kulka 2002). En novembre 2000, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a désigné le loup atlantique comme espèce préoccupante, et en mai 2001, le loup à tête large et le loup tacheté comme espèces menacées. En juin 2003, les trois espèces de loups ont été inscrites à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). L'information sur l'état actuel de ces espèces et sur le plan de rétablissement promulgué en février 2008 est disponible au Registre public des espèces en péril (Canada, 2010). Les causes exactes du déclin ne sont pas connues, mais les prises accidentelles et des facteurs environnementaux ont été proposés comme responsables du déclin (Simpson et Kulka 2002). L'état des populations de loups est difficile à établir puisque les captures sont

présentement très faibles et que les loups sont rarement identifiés à l'espèce dans les prises commerciales. Ceci est particulièrement vrai pour le Saint-Laurent où les données historiques sur les prises commerciales sont limitées, surtout depuis que ces espèces sont protégées.

1.3 STRATÉGIE DE RÉTABLISSEMENT ET PLAN DE GESTION

La majorité de l'information disponible sur les loups provient de travaux et d'inventaires réalisés à Terre-Neuve-et-Labrador et dans les provinces de l'Atlantique. La présence de loups dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent est bien documentée grâce aux données de captures (Scallon-Chouinard *et al.* 2007) mais peu de travaux se sont penchés sur ce secteur.

Ce document vise directement plusieurs objectifs de la stratégie de rétablissement du loup tacheté et du plan de gestion du loup atlantique, soit, a) d'identifier les habitats requis pour maintenir des populations de taille et de densité viables, b) de promouvoir la conservation et le rétablissement des populations de loups par la communication et l'éducation, c) d'étudier les interactions avec l'écosystème, et d) de faire un suivi spatial et temporel des patrons d'abondance (Kulka *et al.* 2007).

Nos travaux contribueront également à définir ce qu'est l'habitat essentiel des loups en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, et qui vise à définir les aires spécifiques de distribution de l'espèce qui sont essentielles à sa conservation et qui nécessitent une protection ou un aménagement spécial. Les habitats essentiels d'une espèce sont ceux qui supportent les différents stades de vie, la reproduction, l'alimentation et la protection des individus. Ceux-ci peuvent être autant dans la colonne d'eau que sur les fonds marins dont dépend directement ou indirectement la survie de l'espèce.

1.4 HABITAT DU LOUP, CONNAISSANCES ET LACUNES

Dans le golfe du Saint-Laurent, des trois espèces de loups, seul le loup atlantique se retrouve fréquemment en faible profondeur et se prête à une observation directe dans son habitat naturel. Des observations en plongée, par caméra et par relevés acoustiques peuvent être combinées pour caractériser l'habitat à l'échelle de l'individu et évaluer les densités sur de petites superficies (Larocque *et al.* 2008). Il est cependant hasardeux d'extrapoler l'information obtenue en zone côtière aux autres espèces de loups qui ne vivent qu'en eaux profondes. L'information disponible sur l'habitat du loup tacheté dans les eaux canadiennes est limitée et provient surtout d'associations indirectes entre des données de capture lors de relevés scientifiques et de caractérisation des fonds par classification acoustique (Kulka *et al.* 2004) dans la zone située entre les Grands Bancs et le plateau du Labrador. Nous ne disposons pas d'informations permettant de conclure que ces associations puissent s'appliquer également à l'estuaire et au golfe du Saint-Laurent. En plus de la nature et de la topographie des fonds marins, la température est un élément important pour définir l'habitat de ces espèces (Kulka *et al.* 2004) notamment pour le loup atlantique (Larocque *et al.* 2008). Le manque de connaissances sur l'habitat des loups et sur les interactions entre ces espèces et leurs écosystèmes sont un obstacle

important pour leur rétablissement.

1.5 DÉCRIRE ET CLASSIFIER LES HABITATS

Suite au vote sur le *Magnuson Fishery Conservation and Management Act* en 1996, le Congrès américain mandatait la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) et les conseils régionaux des pêches pour identifier et décrire les habitats essentiels du poisson (HEP) aux États-Unis. Ceci a donné lieu à un exercice majeur visant à colliger de l'information sur les habitats associés à chaque étape du cycle vital des espèces marines visées par la pêche commerciale ou récréative (Bigford 2008). Cette approche écosystémique visant à identifier et à protéger les HEP de plus de 700 stocks distincts a été un moteur important dans le développement d'outils de classification.

Depuis, plusieurs cadres de classification on été développés intégrant des données physiques et biologiques pour établir les caractéristiques qui définissent les assemblages à l'intérieur des habitats (Parks 2002). Plusieurs défis demeurent pour rendre les différents cadres de classification compatibles entre eux mais il est clair que ces outils d'intégration sont devenus cruciaux pour la gestion écosystémique.

L'expérience américaine n'est pas unique et d'autres administrations on aussi opté pour la classification de leurs environnements côtiers. L'Australie par exemple dispose d'un système hiérarchisé de régions biogéographique pour l'ensemble de ses côtes dans lequel s'imbriquent des initiatives régionales de classification pouvant elles-mêmes comporter des éléments de classification plus fine (IMCRA 1998). D'autres initiatives multidisciplinaires comme CHARM (*Channel Habitat Atlas for Marine Resource Management*) dans le détroit du Pas-de-Calais ont permis de décrire une zone de grande importance économique située entre la France et l'Angleterre. Dans ce cas, l'approche écosystémique privilégiée comprend des éléments de classification de l'habitat qui rappellent l'approche canadienne dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

Au Canada, la *Loi sur les océans* de 1997 a amené le ministère des Pêches et des Océans (MPO) à mettre en place des initiatives qui mèneront éventuellement à une gestion écosystémique des ressources marines (MPO 2005). Comme ce fut le cas aux États-Unis, cette approche a permis d'identifier des lacunes dans les connaissances et a fait ressortir les limites des outils à notre disposition pour la gestion écosystémique des ressources et de la protection des habitats.

Les travaux de classification réalisés dans la région de Scotia-Fundy sont un exemple de cette nouvelle approche écosystémique. Les habitats sont classés selon leur niveau de stabilité et leurs conditions environnementales. La stabilité est établie en intégrant des informations sur la nature des fonds et sur les forces qui agissent sur ceux-ci (courants, vagues, etc.). Les conditions environnementales (p.ex. température, oxygène, disponibilité de la nourriture, etc.) sont employées pour définir un « potentiel de croissance ». Ces deux descripteurs sont combinés pour décrire une gamme continue d'habitats. Il a été proposé d'utiliser cette classification pour établir la sensibilité des habitats. De tels modèles fournissent de l'information de base sur l'environnement benthique en appui à d'autres programmes comme ceux sur les zones d'importance

écologique et biologique (ZIEB) (MPO 2007).

1.6 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

L'objectif principal de la présente étude était de contribuer à une meilleure description des habitats fréquentés par les loups en ayant recours à une approche multidisciplinaire intégrant plusieurs technologies.

Ce rapport regroupe les résultats d'initiatives visant à étudier l'habitat et la distribution des loups dans le golfe du Saint-Laurent et plus spécifiquement le long des côtes gaspésiennes. La question de la distribution a d'abord été abordée par une revue des données de captures provenant de plusieurs sources. L'habitat du loup a ensuite été étudié par deux approches complémentaires. Dans un premier temps, en s'appuyant sur les données de distribution disponibles, trois zones de 100 km^2 dans lesquelles la probabilité de présence de loup était élevée, adjacentes à trois zones sans capture, ont été identifiées. Elles ont été caractérisées par des levés acoustiques pour en établir la topographie à haute résolution et en cartographier la rétrodiffusion. Dans un deuxième temps, la nature du fond et des communautés benthiques sessiles ont été étudiées par imagerie vidéo dans deux de ces trois secteurs. À l'échelle du golfe, un exercice de compilation des données bathymétriques les plus récentes a été réalisé afin d'obtenir une cartographie détaillée qui peut ensuite être employée pour établir les caractéristiques topologiques du fond marin et, éventuellement, les associer aux données de capture de loups et aux données environnementales.

L'approche privilégiée combine une analyse traditionnelle des données de capture à une description de l'habitat par méthodes acoustiques, elles-mêmes validées par imagerie directe du fond. Les données produites ont été analysées en utilisant un outil géomatique. Le but ultime est de contribuer aux objectifs de rétablissement de ces espèces en déterminant quelles sont les caractéristiques de l'habitat qui influencent leur distribution et leur survie. Il est aussi souhaitable que ces travaux contribuent à établir les priorités d'interventions pour ces espèces. Ces informations contribueront au développement d'une méthodologie pour la planification et la réalisation des activités de recherche et de protection. L'évaluation critique des technologies employées (multifaisceaux, caméras et méthodes numériques) servira également à orienter d'autres travaux de classification.

1.7 DISTRIBUTION

1.7.1 Généralités

Il n'existe que peu d'études sur la distribution des loups de mer dans les eaux du golfe du Saint-Laurent (McRuer *et al.* 2000). Afin de pallier à cette lacune et de décrire leur répartition spatiale dans le golfe, nous avons rassemblé toutes les observations de capture de loups disponibles. Ces observations ont été réalisées dans le cadre de trois programmes du MPO: les relevés de recherche, le programme des observateurs et le programme des pêches sentinelles.

Depuis plusieurs décennies, le MPO réalise à chaque année des relevés de pêche plurispécifiques afin d'obtenir un aperçu de l'état des ressources marines et des conditions océanographiques. Au fil des ans, ces relevés de pêche au chalut de fond ont beaucoup évolués (Chadwick *et al.* 2007 ; Bourdages *et al.* 2007, 2008; Nozères *et al.* 2010). Le programme des observateurs dans le golfe du Saint-Laurent a été instauré par le MPO en 1989. À l'origine, ce programme visait à s'assurer du respect de la réglementation sur les pêches et à obtenir des informations détaillées sur les captures des pêcheurs commerciaux en embarquant des observateurs à bord des navires de l'industrie.

Le programme des pêches sentinelles, réalisé conjointement par le MPO et l'industrie depuis 1994 (OGSL 2009), revêt deux volets selon le type d'engins utilisés : engins fixes et engins mobiles. Les relevés par engins fixes ont lieu sur des sites de pêche traditionnels à la morue. Ils font appel à un nombre limité de pêcheurs qui visitent des stations fixes sur une période de 12 semaines. Les relevés par engins mobiles dans le nord et le sud du golfe du Saint-Laurent visent plusieurs objectifs. Dans certains cas ils s'apparentent aux relevés de recherche puisqu'ils sont réalisés selon un patron stratifié aléatoire avec un nombre de stations proportionnel à la surface de la strate. Ces relevés visent à évaluer l'abondance de plusieurs espèces de poisson de fond. Dans le nord du golfe, le relevé aléatoire stratifié par engin mobile de juillet a commencé en 1995 et continue à ce jour, mais celui d'octobre s'est terminé en 2002. Chaque année, 9 bateaux participent à ces relevés dont 4 du Québec et 5 de Terre-Neuve. Dans le sud du golfe, le relevé aléatoire stratifié par engin mobile a débuté en 2003 avec 4 navires et 200 à 250 stations visitées par année.

Au Canada, la famille des loups (Anarhichadidae) est principalement représentée par trois espèces qui habitent les eaux froides de l'océan Atlantique Nord : le loup atlantique (*Anarhichas lupus*), le loup tacheté (*A. minor*) et le loup à tête large (*A, denticulatus*). Leur distribution s'étend du détroit de Davis au nord (Kulka *et al.* 2007), jusqu'au large des Grands Bancs de Terre-Neuve à l'est, à l'état du Maine au sud (Scott et Scott 1988) et occasionnellement jusqu'au fjord du Saguenay à l'ouest. Les structures des populations de ces trois espèces sont, à ce jour, inconnues (Randall *et al.* 2004) et les rapports de situation ont examiné principalement les statistiques de pêche provenant de Terre-Neuve et des provinces maritimes.

1.7.2 Habitat, biologie et cycle vital

Les loups sont des poissons démersaux solitaires vivant à des profondeurs entre 50 et 750 m et qui sont associés à une plage de température préférentielle (sténothermie). Ces espèces sont plutôt sédentaires, avec des déplacements se limitant à un faible rayon (<8 km) par rapport à leur lieu de capture (Templeman 1984). Le loup atlantique se retrouve principalement dans les eaux profondes du plateau continental, sur des substrats durs et rocheux et rarement sur des fonds de sable ou de vase. Il a été capturé à des profondeurs allant de moins de 50 m jusqu'à 500 m, mais il est plus fréquent de le capturer dans les 100 à 200 m de la surface dépendamment de l'endroit (O'Dea et Haedrich 2003). Au sud de son aire de distribution, le loup atlantique est le seul représentant des Anarhichadidae à faire des incursions dans les zones peu profondes accessibles aux plongeurs. Il a

d'ailleurs été observé dans des crevasses ou des cavités sous des rochers (Keats *et al.* 1985). Le loup tacheté semble être moins associé à un type de substrat particulier, mais l'étude de son régime alimentaire (Templeman 1986b) suggère une diète associée à des fonds meubles (vase, sable). Il peut être rencontré le long de la pente du chenal Laurentien ou dans des fosses se situant entre 200 et 750 m de profondeur (Kulka *et al.* 2007). Cet auteur estime que plus que tout autre aspect physique de son habitat, la température semble être un facteur prépondérant dans la distribution du loup. En effet, le loup atlantique est l'espèce tolérant les variations de températures les plus grandes, soit de -1°C à 10°C. Cependant des observations en plongée tendent à démontrer que cette espèce choisira de fréquenter des eaux plus froides lorsqu'un gradient est présent dans l'environnement immédiat (Larocque *et al.* 2008). Le loup tacheté serait plus abondant quand la température se situe entre 1,5°C et 5°C (Kulka *et al.* 2007). Pour les stades juvéniles des deux espèces, les préférences d'habitat et de type de fond sont encore méconnues.

Les loups se distinguent par une forme allongée et cylindrique, une tête large et une nageoire dorsale continue. Des individus de cette famille peuvent mesurer 150 cm et peser près de 24 kg (O'Dea et Haedrich 2003). Ils sont caractérisés par des dents coniques à l'avant, s'apparentant à des canines, ainsi que des molaires sur la partie supérieure de leur cavité buccale. Ces molaires servent à broyer les coquilles d'échinodermes et de mollusques ainsi que les carapaces de crustacés dont est composé son régime alimentaire (Nelson et Ross 1992). Selon la disponibilité de proies et la période de l'année, ils peuvent également se nourrir de poissons tels que les sébastes et les poissons plats (Gonzalez *et al.* 2006). Bien qu'ils atteignent une taille imposante, les loups ont un taux de croissance lent, une maturité sexuelle tardive et une faible production gonadique (Scott et Scott 1988). Cependant la fécondation interne, la grande dimension des œufs et des larves et les soins parentaux (confirmé pour le loup atlantique) donnent de meilleures chances de survie à la progéniture (Kulka *et al.* 2007).

Dans l'Atlantique Nord, la reproduction du loup tacheté aurait lieu l'été ou au début de l'automne, quand les individus sont âgés d'environ 7 à 10 ans (Templeman 1986a). Une étude réalisée avec des individus en captivité a démontré un pic de maturité des œufs en octobre pour les femelles et ce, pendant deux années consécutives (Falk-Petersen *et al.* 1999). Lors de cette expérience, les œufs ont mis 16 à 17 semaines à éclore après la fertilisation. Contrairement au loup atlantique, il n'y pas eu d'observation *in situ* confirmant l'utilisation d'abri ou de nid pour la ponte des œufs ; ceux-ci seraient plutôt déposés en amas directement au fond (O'Dea et Haedrich 2001). Le comportement de protection des œufs par le mâle observé chez le loup atlantique pourrait aussi être présent chez le loup tacheté (Falk-Petersen *et al.* 1999).

La reproduction chez le loup atlantique aurait lieu en septembre près de Terre-Neuve, mais la formation des couples pourrait survenir plusieurs mois avant la ponte des œufs (Keats *et al.* 1985). En captivité, des spécimens auraient même démontré des comportements s'apparentant à un rituel d'accouplement (Johannessen *et al.* 1993). La période et la profondeur à laquelle la reproduction a lieu peuvent cependant varier en fonction de l'endroit (McRuer *et al.* 2000). Des sites de reproduction ont été localisés près des côtes par des plongeurs, confirmant le fait qu'il y aurait une migration de

reproduction vers les zones peu profondes (Keats *et al.* 1985 par les individus matures ayant une taille supérieure à 50 cm tandis que les plus petits, immatures, demeureraient au large (Keats *et al.* 1986). Les sites de reproduction sont des endroits offrant des abris formés à partir d'amas rocheux ou de crevasses dans lesquels la femelle dépose une masse d'œufs (Keats *et al.* 1985). Chaque année autour de la période de reproduction, les mâles et les femelles des deux espèces perdent leurs dents (Kulka *et al.* 2007 ; Templeman 1986a). Ils cessent alors de s'alimenter jusqu'à l'éruption des nouvelles dents, ce qui survient après la ponte pour les femelles et après l'éclosion des larves pour les mâles (Templeman 1986a). Cela peut donc se traduire par une émaciation vers la fin de l'automne pour ces reproducteurs. Les larves demeurent près du nid après la ponte mais rejoindront le milieu pélagique une fois le sac vitellin résorbé (Kulka *et al.* 2004). Le sort des juvéniles et les facteurs limitant leur croissance et leur survie ne sont pas documentés. De même, le taux de croissance n'a fait l'objet d'aucun suivi en milieu naturel dans l'Atlantique Nord-Ouest. Il est cependant connu que la croissance est rapide lors de la première année et qu'elle ralentit considérablement les années suivantes (McRuer *et al.* 2000).

1.8 PÊCHERIES, DÉBARQUEMENTS

Suite au déclin des espèces pêchées traditionnellement, les pêcheries se sont tournées vers les espèces ayant un potentiel pour la mise en marché. Des efforts furent mis dans la recherche de sites intéressants par le biais de pêches expérimentales au loup atlantique et au loup tacheté. Cependant, les densités étaient insuffisantes pour en démarrer l'exploitation (Simpson et Kulka 2002). Ceci venait confirmer le constat de déclin observé vers la fin des années 70 lors des relevés scientifiques à l'extérieur du golfe du Saint-Laurent ; malgré une distribution étendue, ces espèces ne forment pas de populations assez denses pour rentabiliser une exploitation commerciale. Historiquement, les prises accidentelles étaient mises sur le marché, surtout au sud de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse, là où les captures étaient les plus abondantes. Peu importe l'endroit, le loup atlantique était l'espèce la plus commune (Kulka *et al.* 2007).

À l'intérieur d'une période de 20 ans, il y a eu un déclin marqué (90%) des trois espèces de loups dans les régions de Terre-Neuve et du Labrador à l'extérieur du golfe du Saint-Laurent (Kulka *et al.* 2007). Cela s'est traduit par une diminution du nombre de sites où se retrouvaient les loups, et d'une réduction de leur aire de distribution. Dans la région au sud de Terre-Neuve, où les populations sont plus denses, le déclin observé aux sites non exploités a été le même, sinon plus élevé, qu'aux sites exploités, suggérant que d'autres facteurs puissent occasionner la diminution des stocks (Kulka *et al.* 2004). Malgré cela, rien n'indiquait qu'un déclin s'était produit sur le plateau néo-écossais ou dans le golfe du Saint-Laurent (Kulka et Simpson 2004). Les prises accessoires de loups par les pêcheurs du Saint-Laurent n'ont jamais été recensées, et bien qu'elles soient moins importantes que dans l'est, il faut se rappeler la mortalité par la pêche est celle causant le plus de dommages aux populations de loups. Parmi les causes du déclin, la destruction des fonds par le chalutage a été identifiée malgré le fait que les zones rocheuses sont habituellement évitées par les chalutiers. Toutefois, cette pratique pourrait déplacer les rochers, détruire les endroits servant d'abri ou de site de reproduction, et remettre des sédiments nuisibles

en suspension (O'Dea et Haedrich 2003). La destruction serait plus importante et durable sur des fonds durs et à de plus grandes profondeurs (Jennings et Kaiser 1998). De plus, des changements environnementaux peuvent faire varier les régimes de température et influencer négativement le cycle vital. Enfin, le manque de connaissances sur l'habitat essentiel des loups et sur la structure des populations sont autant de facteurs nuisant à leur rétablissement.

1.9 LES LEVÉS ACOUSTIQUES MULTIFAISCEAUX POUR DÉCRIRE L'HABITAT

Informations complémentaires sur DVD : La rétrodiffusion expliquée.

La technologie des sondeurs multifaisceaux est relativement récente mais elle a transformé l'analyse des fonds marins car elle peut être appliquée pour la compréhension des habitats, des ressources pélagiques et des processus géologiques marins. Ces systèmes aux multiples applications (Mayer *et al.* 1999) permettent d'envoyer des impulsions acoustiques sur une bande de fond océanique qui réfléchit des informations quantitatives en continu. La grande ouverture angulaire créée par l'ensemble des faisceaux émis à partir du sabot émetteur permet une large couverture du fond à chaque fauchée effectuée. Un léger recouvrement entre chaque fauchée permet de couvrir complètement le fond marin et d'effectuer une certaine validation des données de ligne en ligne. Les échosondeurs multifaisceaux mesurent le temps de parcours aller-retour en distance oblique d'une courte impulsion acoustique entre un transducteur sonar et de nombreux points du fond marin. Une bonne connaissance de la vitesse du son dans l'eau permet de convertir les temps de propagation en distance. Les nombreuses distances obliques sont simultanément « sondées » le long de la route du navire à chaque impulsion acoustique. La position, le cap, et l'attitude (pilonnement, roulis et tangage) du navire servent à transformer les distances obliques ainsi que la localisation des empreintes des faisceaux sur le fond marin en valeurs de profondeurs géoréférencées. Par des procédés de cartographie numérique et de visualisation, les données bathymétriques peuvent être présentées sur une carte à reliefs ombragés. Les données de rétrodiffusion (*backscatter*) qui correspondent à une mesure de l'intensité du signal revenu au sondeur, permettent d'obtenir des informations sur le type de fond. Grâce à l'analyse combinée de la bathymétrie, de la pente et de la réflectivité, on peut interpréter la nature du fond marin et les processus anciens et récents qui le modèlent (Kenny *et al.* 2003). L'intérêt des sondeurs multifaisceaux provient aussi du fait qu'ils peuvent révéler des changements environnementaux ainsi que les effets d'une perturbation anthropique sur les fonds, et incidemment sur les communautés qui y sont associées (Kostylev *et al.* 2001). Plusieurs aspects peuvent donc être considérés lors de la classification des habitats à partir de levés acoustiques, mais la classification pour les poissons vivant à de grandes profondeurs est plus récente (Kenny *et al.* 2003). Le travail de classification de Greene *et al.* (2000) qui s'est basé sur les caractéristiques de l'habitat profond (>30 m) de poissons de fond le long de la côte ouest américaine, a inspiré notre démarche. Étant donné que les préférences d'habitats des loups sont mal connues, le but premier de l'analyse sera d'identifier des caractéristiques communes aux lieux où les captures sont les plus fréquentes par la description du macrohabitat par classes de pente, de complexité des fonds, du relief et

d'autres structures.

1.10 CAMÉRA REMORQUÉE

Les habitats peuvent être définis comme étant des surfaces géographiquement identifiables où les caractéristiques physiques, chimiques et/ou biologiques sont distinctes des environnements adjacents (Kostylev *et al.* 2001). Les techniques physiques, comme la cartographie acoustique, sont bien adaptées à l'identification de certaines de ces caractéristiques qui sont des éléments importants dans ce processus de définition de l'habitat. La classification requiert cependant plus de données sur la nature du fond et sur l'environnement, en vue de fournir une réalité du terrain. L'imagerie et l'échantillonnage peuvent fournir ces informations pour mener à la classification et à la cartographie des habitats (Valentine *et al.* 2005). Depuis quelques années, il est devenu techniquement possible de réaliser à peu de frais des relevés par caméra vidéo remorquée sur le fond. Les exemples de projets qui utilisent la vidéo comme outil de description et de classification d'habitats se sont multipliés au cours des dernières années. Le rapport de Somerton et Glendhill (2005) dresse un portrait éloquent de l'utilité de la vidéo pour les pêcheries et pour l'étude de l'habitat. Notons aussi Stevens et Connolly (2005) qui l'utilisent pour effectuer des suivis de zones de protection marine ainsi que Ierodiaconou *et al.* (2007) pour valider de l'information acoustique en zone côtière. Notre équipe a également fait la démonstration que la vidéo est un outil bien adapté pour décrire de grandes surfaces rapidement et efficacement (MPO 2009a).

Une fois que l'information provenant des enregistrements vidéo est géoréférencée, il devient possible de l'intégrer au système d'information géographique (SIG) et de procéder à une analyse spatiale et temporelle en la combinant avec les données physiques, de captures et de physico-chimie. La vidéo peut aussi être utilisée pour valider les données de rétrodiffusion provenant des levés acoustiques en associant des types de fonds précis à une signature acoustique.

L'analyse des séquences vidéo peut se faire de différentes façons selon la quantité et la nature des informations qui sont recherchées. Dans le contexte de la présente étude, la vidéo est utilisée pour décrire le macrobenthos, le type de substrat rencontré et, lorsque possible, la présence de poissons démersaux. La vidéo ne vise pas l'observation directe – hautement improbable – de loups sur le fond, mais plutôt à décrire un habitat reconnu pour être fréquenté par le loup atlantique et le loup tacheté, comme indiqué par les données de capture.

2 MÉTHODES

2.1 DISTRIBUTION

2.1.1 Méthode, stade pélagique

Les observations sur la distribution des loups au stade pélagique proviennent des données inventoriées et compilées sous forme d'une base de données relationnelle par ACSI-BIOREX pour le MPO. Cette base contient les résultats de l'analyse de 23000 échantillons d'ichtyoplancton récoltés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent entre 1948 et 1988.

La période pendant laquelle les larves de loup sont présentes dans la colonne d'eau a été déterminée en limitant l'analyse aux missions de Kohler et collaborateurs (Kolher *et al.* 1974a, 1974b, 1975, 1976, 1977). Ceux-ci ont réalisé 35 missions et récolté plus de 8000 échantillons dans le chenal Laurentien et le sud du golfe du Saint-Laurent entre 1965 et 1975, à raison de deux à cinq missions par année, dont au moins une en mai-juin et une en août-septembre de chaque année. Ces missions ont été faites selon un protocole standard utilisant une diversité d'engins de pêche (15 filets de divers types et diverses dimensions), généralement entre la surface et une profondeur de 100 m (traits obliques, par paliers, verticaux, horizontaux) de jour comme de nuit, entre la mi-mai et la fin-septembre de chaque année. Pour un compte-rendu détaillé de la méthodologie, se référer aux sources originales (Kolher *et al.* 1974a, 1974b, 1975, 1976, 1977).

Les données provenant des missions d'autres chercheurs et répertoriées dans cette même base de données ont aussi été explorées pour détecter la présence de larves de loups en milieu pélagique, notamment dans l'estuaire et dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Seuls ont été retenus les échantillons pour lesquels toutes les espèces de poissons ont été identifiées, soit lors des missions de F. Auger et H. Powles (MPO-GIROQ (Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec)), S. Cloutier et R. Bailey (MPO-GIROQ), Y. de Lafontaine (UQAR (Université du Québec à Rimouski)), G. Lacroix (Station de biologie marine de Grande-Rivière), J.-D. Lambert (UQAR), P. Ouellet (MPO) et C. Trudeau et H. Powles (MPO). Au total, 2056 échantillons ont été prélevés entre le 24 avril et le 21 novembre, entre 1962 et 1986.

2.1.2 Méthode, stade benthique

Les observations sur la distribution des loups au stade benthique dans le golfe du Saint-Laurent proviennent de trois programmes du MPO : les relevés de recherche, le programme des observateurs et le programme des pêches sentinelles.

Les relevés annuels de recherche sont réalisés selon un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié en fonction de la profondeur. Le golfe est divisé en strates de profondeur et l'allocation des stations de pêche est proportionnelle à la superficie de chaque strate. Les relevés du nord (MPO, Région du Québec) et du sud-ouest du golfe (MPO, Région du Golfe) sont réalisés à la fin de l'été et comportent chacun environ 200 sites de pêche. Dans les années 80, le relevé du nord était réalisé en janvier, mais celui-ci fut abandonné en 1994 au profit du relevé estival. Au total, 1533 captures de loup(s) ont été rapportées

lors de ces relevés entre 1971 et 2006 inclusivement.

Le programme des observateurs implique une grande variété de navires et d'engins de pêche (chalut, filet maillant, palangre, etc.) et les activités de pêche sont toujours dirigées vers une espèce autre que les loups. Dans le golfe, les activités de pêche sont principalement réalisées entre les mois d'avril et novembre, et le programme des observateurs vise une couverture d'environ 10% de l'ensemble de ces activités sans faire appel à un plan d'échantillonnage particulier. Le programme des observateurs a permis de signaler un total de 3692 captures de loup(s) entre 1989 et 2007 inclusivement.

L'échantillonnage fait dans le cadre du programme des pêches sentinelles vise la morue et certaines autres espèces de poisson de fond. Ce programme comporte deux volets (engins fixes et engins mobiles) et deux régions, le nord et le sud du golfe du Saint-Laurent. Dans le cas des engins fixes, les sites de pêche traditionnels sont visités alors que certains relevés par engins mobiles sont réalisés selon un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié en fonction de la profondeur. Lors de ces relevés, des observateurs accompagnent les pêcheurs participant à ce programme. Entre 1999 et 2006 inclusivement, 465 captures de loups ont été rapportées.

La validation de ces observations est fortement limitée par la nature même de celles-ci ; ce sont des observations historiques récoltées sur plusieurs années par un grand nombre d'intervenants. Néanmoins, nous nous sommes assurés qu'aucune capture effectuée à un moment donné en un lieu donné n'apparaissait plus d'une fois dans la base de données et avons identifié un faible nombre de captures (n=26) dont la position était douteuse (c.-à-d. sur ou près de la terre ferme).

Malgré le nombre appréciable de captures de loup rapportées par ces différentes sources, le lecteur devrait garder en mémoire qu'aucune de ces activités de pêche n'était dirigée vers les loups et que l'effort de pêche est probablement spatialement dépendant. Ainsi, certains secteurs du golfe peuvent faire l'objet d'une pêche peu fréquente alors que d'autres sont traditionnellement plus fréquentés (pêches sentinelles à engins fixes, pêches sentinelles à engins mobiles non aléatoires, programme des observateurs).

2.2 LEVÉS ACOUSTIQUES MULTIFAISCEAUX

2.2.1 Sélection des secteurs et zones d'étude

Informations complémentaires sur DVD : cartes des secteurs et zones choisis, photos.

Les secteurs ont été choisis en fonction de plusieurs critères. Leur taille et position finales sont le résultat de compromis, essentiellement de nature opérationnelle. Le choix a initialement porté sur des sites où les données historiques indiquaient des captures importantes et fréquentes. Ces sites devaient ensuite être contrastés avec des endroits où les caractéristiques bathymétriques et océanographiques semblaient similaires, mais où les captures étaient nulles ou rares. Un total de six zones ayant une taille de 10 x 10 km a été établi comme étant le territoire maximal pouvant être couvert vu le temps de navire disponible (Figure 1), autant pour les relevés hydrographiques que pour les levés par

caméra. La proximité des ports a dicté le choix final des secteurs pour permettre de maximiser la durée du travail et réduire les temps de déplacement. Cloridorme a été choisi pour sa pente et la variété de fonds qu'on y retrouve, Cap Gaspé pour sa bathymétrie uniforme alors que le secteur de l'Île Bonaventure présente une situation intermédiaire. Au moment d'établir ces secteurs, les données historiques disponibles indiquaient que chaque secteur comprenait une zone avec capture adjacente à une zone sans capture.

2.2.2 Acquisition de données

Informations complémentaires sur DVD : photos, une découverte imprévue.

L'acquisition de données multifaisceaux a été effectuée par le Service hydrographique du Canada (SHC) dans les trois secteurs de cette étude (Cloridorme, Cap Gaspé et Île Bonaventure) à bord du NGCC F G Creed. Ce navire de levé hydrographique et océanique de type *Small Water plan Area Twin Hull* (S.W.A.T.H.) fait une longueur de 20,4 m et a 2,74 m de tirant d'eau. Le système d'acquisition Kongsberg EM-1002 (fréquence de 95 kHz) génère 111 faisceaux de 2 degrés.

Le positionnement a été obtenu par GPS différentiel (DGPS) en utilisant des corrections provenant des stations de Point Escuminac (N.-B.) (fréquence 319,0 kHz) et de Moisie (Côte-Nord, Qc) (fréquence 313,0 kHz) du réseau DGPS permanent de la Garde côtière canadienne. Les niveaux d'eau ont été corrigés par post-traitement en utilisant les données du marégraphe permanent de Rivière-au-Renard (Gaspésie, Qc). Les données ont aussi été corrigées pour le mouvement du navire avec un capteur (IMU, LN200) et un processeur (POS/MV 320, Applanix) à bord. Les profils de vélocité du son dans l'eau ont été mesurés quotidiennement en utilisant une sonde SV Smart Probe (Applied Microsystems).

L'acquisition des données de sondage s'est faite en neuf jours, du 9 au 19 septembre 2005. À cause de conditions météo défavorables, deux journées de sondage ont été réassignées dans des zones protégées sans lien avec ce projet. Il aura fallu parcourir 1072 kilomètres de lignes de sondage pour couvrir une superficie d'environ 500 km^2.

Le secteur 1 (Cloridorme) fut couvert entre le 10 et le 13 septembre et le secteur 2 (Cap Gaspé) entre le 14 et le 17 septembre. La couverture du secteur 3 (île Bonaventure) a débuté le 17 septembre, mais s'est arrêtée le 19 à la fin de la période de disponibilité du navire. Les deux premiers secteurs ont été couverts en entier alors que seulement environ 30% du secteur 3 fut couvert. Deux journées complètes ont été perdues à cause du mauvais temps et deux autres journées ont été raccourcies pour la même raison. La décision de prioriser les secteurs 1 et 2 fut basée sur les données de captures alors disponibles et la proximité de ports offrant une protection adéquate.

2.2.3 Traitement des données

Le traitement préliminaire des données par le SHC a été effectué à bord du NGCC F G Creed avec le progiciel Caris/HIPS (version 5.4) pour valider la qualité des données et s'est poursuivi à l'IML. Un traitement similaire a par la suite été réalisé par le Centre interdisciplinaire de développement en cartographie des océans (CIDCO); les données

considérées lors de la première évaluation par le CIDCO sont la bathymétrie et la réflectivité.

Autant les données bathymétriques que les données de réflectivité ont été analysées dans un format de grille « raster ». Dans un souci de comparaison entre les différents secteurs la même résolution spatiale a été choisie, soit 4 à 5 mètres. Toutes ces grilles sont géoréférencées dans le système UTM zone 20 (*datum* WGS84). On définit l'axe des X comme l'axe parallèle à l'axe est-ouest et l'axe des Y comme l'axe parallèle à l'axe nord-sud. La création de ces grilles et les analyses préliminaires ont été entreprises à l'aide du logiciel GRASS (*Geographic Ressource Analysis Support System*) v6.2 et du progiciel R.

2.2.4 Traitement de la mosaïque de la réflectivité

Informations complémentaires sur DVD : représentations 3D.

Les données de réflectivité (valeur d'amplitude du signal acoustique réfléchi par le fond marin et retourné au sonar) ont été traitées afin de minimiser des artéfacts linéaires et d'uniformiser, autant que possible, les caractéristiques acoustiques des levés. Le traitement visait à corriger les données de réflectivité par rapport à la géométrie d'acquisition et de réception de l'onde acoustique (patron d'émission des ondes acoustiques, par exemple), et pour ses caractéristiques radiométriques (atténuation de l'onde acoustique dans la colonne d'eau compensée par des changements de puissance d'émission et de gain durant les levés). Ce type de corrections est tributaire de nombreux paramètres qui ne sont pas tous maîtrisés et certaines de ces corrections ne peuvent se faire que par une méthode empirique. Ainsi, la mesure de la réflectivité demeure une mesure relative (au sein d'un même levé, voire d'une même ligne de levé), bien que des efforts aient été faits pour que ces valeurs se rapprochent le plus possible de mesures absolues. Des travaux de recherche portant sur les équipements et les traitements de données visent à rendre les valeurs de réflectivité absolues et comparables entre différents levés (Mayer 2006). Dans notre étude, les compensations des caractéristiques géométriques et radiométriques du sonar multifaisceaux ont été effectuées à l'aide du logiciel SonarScope en développement par l'IFREMER (Augustin et Lurton 2005). Après évaluation du biais statistique des données, le patron des artéfacts est extrait et est soustrait de l'ensemble des données. Les cartes de rétrodiffusion (*backscatter*) des trois secteurs d'étude présentent les mosaïques après traitement. On notera l'avantage visuel de combiner la mosaïque de réflectivité avec le modèle numérique de terrain. Il est important de noter que l'ensemble des corrections apportées se base sur une modélisation de la géométrie acoustique considérant un fond plat.

L'intensité de réflectivité acoustique est dépendante de la nature des matériaux composant la couche superficielle du fond marin. Elle est aussi dépendante de la morphologie fine du fond marin. Il est, à l'heure actuelle, difficile de caractériser de manière non équivoque un type de fond selon sa réflectivité. Une première étape en ce sens consisterait à calibrer acoustiquement les sonars multifaisceaux (Mayer 2006). Cependant, la réflectivité donne des informations qualitatives relatives ; une région sombre de l'image indique un retour du signal faible et donc un sédiment meuble. Inversement, une région claire indique un retour de signal fort, et par conséquent, un sédiment compact ou de la roche.

2.4 CLASSIFICATION BASÉE SUR LA MORPHOLOGIE

Informations complémentaires sur DVD : Outil BTM en détail, figures détaillant l'indice bathymétrique, cartes.

En plus de la rétrodiffusion qui apporte de l'information descriptive sur la nature du fond, la dérivation d'information à partir des données bathymétriques peut fournir de nouvelles caractéristiques mesurables qui peuvent ensuite être intégrées à l'analyse. Celle-ci peut prendre plusieurs formes, souvent complémentaires dont :

- La pente, exprimée en degrés, classée ou non;
- L'orientation de la pente, exprimée en degrés par rapport au nord géographique (sens horaire);
- Des indices bathymétriques tels que ceux générés par l'outil Benthic Terrain Modeler (BTM) (NOAA 2010);
- La rugosité, représentant un rapport entre l'aire planimétrique et l'aire surfacique d'un territoire;
- La complexité; une dérivée de second ordre de la bathymétrie, représentant la variation de la pente;

La pente est définie comme la racine carrée de la somme quadratique des gradients de la bathymétrie dans la direction des X et des Y. La valeur de la pente est calculée à la résolution de la grille. Elle reflète la variabilité locale et est très susceptible aux sondes bathymétriques erratiques (c.-à-d. aux artéfacts bathymétriques). L'orientation de la pente peut donc aussi être dépendante de la résolution de la grille.

Les indices bathymétriques ont pour objectif de quantifier la relation qu'a un point avec son entourage. Cet entourage est défini par le concept de moyenne focale. Cette dernière se résume au calcul de la valeur moyenne de la profondeur, au sens bathymétrique, à l'intérieur d'une surface ayant la forme d'une couronne définie par son rayon interne et externe. La valeur de la moyenne focale ainsi calculée est comparée à la valeur de la profondeur au point d'intérêt, soit le centre de la couronne. D'une manière générale, un index bathymétrique tendant vers une valeur nulle correspondra à un fond plat ou à une pente constante. Une valeur négative de l'index bathymétrique suggèrera la présence d'une dépression dont l'intensité sera qualifiée par la valeur absolue de l'index. De manière similaire, une valeur positive soulignera l'existence d'une crête. Le choix du rayon interne, mais surtout du rayon externe permettra à l'utilisateur d'analyser les tendances locales, de l'ordre de quelques mètres, ou régionales, de l'ordre de quelques dizaines à centaines de mètres.

En utilisant les mesures morphométriques issues des index bathymétriques pour une échelle grossière et une échelle fine, ainsi que la mesure de la pente, il devient possible d'établir un schéma de classification sous la forme d'un arbre décisionnel. Par exemple, les trois branches principales sont définies par la valeur de l'index bathymétrique calculée pour une échelle grossière. Une valeur inférieure à -1 sera caractérisée comme une

dépression. Une valeur supérieure à 1 sera caractérisée comme une crête. Les valeurs entre -1 et 1 seront indicatives d'un fond plat ou d'une pente continue. Pour une échelle donnée, ce niveau de classification peut être assimilé à la notion de méso-habitat mentionnée par Greene *et al.* (1999). Une subdivision de cette première classification à l'aide de l'index bathymétrique calculé à une échelle plus fine est menée de manière similaire à celle décrite précédemment pour l'index « grossier ». De plus, l'utilisation de la mesure de la pente permet de différencier un fond plat d'une pente constante, ce que les index bathymétriques seuls ne permettent pas de faire. Cette subdivision permet de quantifier la notion de macrohabitat (Greene *et al.* 1999). Deux séries de descripteurs ont été extraites des modèles numériques de la bathymétrie par l'utilisation d'index bathymétriques, de la pente et de l'implémentation d'algorithmes d'arbres décisionnels. Des cartes de classification pour les trois sites ont été générées à différentes résolutions pour Cloridorme et Cap Gaspé. Les couches de rugosité peuvent être générées par l'outil BTM et le calcul de l'aire surfacique (superficie tenant compte des élévations) dans cet outil est effectué selon la méthode développée par Jenness (2003).

Les couches de complexité (Ardron 2002) sont obtenues selon la méthode décrite par Miller (2006) qui consiste à multiplier la pente d'une surface par 5. Les fichiers de pente utilisés sont ceux générés par l'outil BTM mais ils pourraient être générés avec la plupart des logiciels SIG couramment disponibles. Selon Miller (2006), le résultat du calcul de la complexité à une résolution de 20 m donne une information souvent similaire à celle obtenue pour un calcul de rugosité à 5 m. Malgré ces similitudes, le calcul de la complexité fait ressortir davantage le bruit inhérent au système multifaisceaux que le calcul de rugosité.

La dernière dérivée de la bathymétrie examinée est l'écart-type sur une matrice mobile. Pour chaque élément centré sur une matrice de 11 x 11 pixels (un pixel = 5m x 5m), l'écart-type est calculé sur 121 pixels et est associé au pixel central. Le résultat est une cartographie de la variabilité à l'échelle choisie.

La combinaison des données dérivées a contribué à la classification en utilisant différentes échelles adaptées. L'échelle de travail est importante car différents portraits de classification peuvent être générés selon les procédures utilisées.

2.4.1 La classification des secteurs de Cap Gaspé et Cloridorme

La classification des secteurs a été effectuée dans l'environnement d'ArcGIS 9.2 à l'aide de l'outil BTM. Cet outil permet d'utiliser pour la classification des index bathymétriques normalisés, la pente ainsi que la profondeur selon le dictionnaire de classification désiré. La grille bathymétrique de départ pour l'utilisation de l'outil BTM est celle à 5 m de résolution. Dans l'outil, cette grille est échantillonnée à différentes résolutions (10 m, 20 m, 50 m et 100 m) pour effectuer la classification à différentes échelles. Les dictionnaires de classification ont été construits afin de classer tout le territoire en 4 ou 10 classes selon le niveau de détails désiré. La normalisation des index bathymétriques (± 100 écarts-types) permet d'uniformiser les valeurs seuils pour les différents critères indépendamment des secteurs et des échelles. Les superficies des différentes classes peuvent ensuite être déterminées et comparées pour une même échelle de travail.

2.5 CAMÉRA REMORQUÉE

Informations complémentaires sur DVD : Cartes de sélection des secteurs, photos.

2.5.1 Sélection et positionnement des traits

Une fois la cartographie des secteurs d'étude effectuée, les positions des levés par caméra ont été déterminées de façon systématique en divisant chaque secteur en 32 sous-secteurs de 6,25 km^2. Un trait prévu pour chaque sous-zone de 2,5 x 2,5 km a été positionné arbitrairement et de façon dirigée dans chacune selon la présence de pentes et de structures pouvant constituer des habitats particuliers. Cette approche permet d'augmenter la probabilité de couvrir l'ensemble des types de reliefs et de substrats présents dans les secteurs étudiés. Les positions de tracés potentiels, d'une longueur de 700 m, ont été établies puis intégrées au plan de mission du navire.

2.5.2 Calendrier des levés

Les levés par camera ont été réalisés à partir de deux navires différents. Ceux pour le secteur d'étude au large de Cloridorme ont été réalisés à bord du NGCC Calanus II du 14 au 18 juillet 2006. Trente-et-un traits de 20 minutes ont été réalisés avec la caméra remorquée. Un trait a été abandonné à cause de la présence de filets dans la sous-zone visée. Une seconde mission dans le secteur de Cap Gaspé s'est deroulée du 23 au 26 septembre 2006 sur le NGCC E.P. Le Québécois. Dans ce secteur, 35 traits de caméra ont été réalisés. À cause de contraintes de temps et d'une couverture multifaisceaux incomplète dans le secteur de l'île Bonaventure, les relevés par caméra ont été limités aux deux premiers secteurs.

2.6 PHYSICO-CHIMIE

Informations complémentaires sur DVD : Description détaillée de la procédure d'acquisition de données et de l'optode, photos.

Des profils de salinité et de température ont été réalisés lors de cette mission à l'aide d'un profileur CTD Seabird SBE19. En tout, 5 stations ont été choisies dans le secteur de Cloridorme pour obtenir des strates de profondeur représentatives. Un enregistreur comportant une optode (sonde d'oxygène) Aanderaa (MPO 2009b) a été fixé sur le traîneau pour obtenir les valeurs d'oxygène dissous en continu. Les données furent enregistrées sur une carte-mémoire amovible, puis ont été corrigées en fonction de la profondeur, de la température et de la salinité. À Cap Gaspé, le même type d'appareil CTD Seabird a été utilisé à trois stations. Cette décision était justifiée par le fait que ce secteur est d'une profondeur relativement uniforme. L'optode ne fut utilisée que le 26 septembre pour la même raison. Un sommaire des données de salinité, température et oxygène est présenté à l'annexe 1.

2.7 ÉQUIPEMENTS VIDÉO ET TRAINEAU BENTHIQUE

Informations complémentaires sur DVD : description détaillée du traineau benthique,

photos.

Le système de caméra vidéo utilisé lors de cette mission fut précédemment utilisé dans l'estuaire du Saint-Laurent lors de travaux visant à caractériser l'habitat benthique et démersal (MPO 2009a). Il s'agit d'une caméra numérique miniDV (Sony DCR-HV85) fixée sur un support amovible et installée dans un caisson étanche en aluminium pourvu d'un hublot en acrylique. Une lentille de conversion grand-angulaire (0.45X) est fixée sur la caméra pour obtenir une couverture plus large (46° horiz., 35° vertic. dans l'eau) tout en limitant au minimum les aberrations chromatiques et sphériques dues au hublot plat (non hémisphérique). L'image rectangulaire obtenue par la caméra correspond à un parallélogramme ayant une largeur de 1,00 m au premier plan et de 3,04 m à l'arrière-plan. La caméra est mise en marche avant la mise à l'eau et la bande vidéo est examinée au retour sur le bateau. Aucune commande du caméscope n'est disponible de l'extérieur.

L'éclairage est assuré par deux lampes halogènes (DeepSea Power and light, Multi-Sealite) de 150W (6000 lumen, 3300K) munies de réflecteurs grand-angulaires hémisphériques adaptés pour l'imagerie vidéo. Les projecteurs sont fixés sur les montants supérieurs avant du traineau et chacun est alimenté par un bloc d'accumulateurs au plomb de 15Ah/24V permettant une autonomie minimale de 70 minutes en eau froide avant de devoir être rechargés. Les accumulateurs sont installés dans des caissons étanches munis d'un interrupteur activé par la pression de l'eau qui met les projecteurs en marche à environ 10 m sous la surface.

Un traineau benthique, d'une longueur de 3 m et d'un poids d'environ 275 kg, est utilisé comme plate-forme de remorquage pour la caméra, l'éclairage, les batteries et les instruments de mesure. Sa forme est inspirée d'un design préalablement utilisé par la NOAA pour l'étude des ressources benthiques (AFSC/RACE 2009). Utilisé par notre équipe depuis 2001, le traineau est une plate-forme pouvant transporter différents instruments et dont la stabilité et la robustesse ont été éprouvées sur différents substrats allant du fond de vase meuble au fond de galets avec d'occasionnels rochers.

Lors de l'arrivée en position, la caméra est mise en marche et insérée dans le caisson central. Le caisson est refermé et le traineau peut être déployé. Le traineau est remorqué derrière le navire et descendu à vitesse élevée (déroulement du câble à 1,1 m/s et déplacement du navire à 2,5 m/s) pour maintenir l'attitude du traineau en descente. Une longueur de câble correspondant à 1,5x la profondeur est déroulée. Une fois au fond, l'acquisition des images vidéo se fait à une vitesse de 1,0 à 1,5 m/s. Chaque trait a une durée de 20 minutes.

2.8 ESTIMATION DE LA POSITION DU TRAINEAU AU FOND

Informations complémentaires sur DVD : procédure détaillée de positionnement.

En début de mission, les caméras et les ordinateurs sont synchronisées avec le GPS du navire. Le trajet du navire, déterminé par DGPS, est enregistré automatiquement aux 10 secondes durant toute la mission avec un logiciel de cartographie électronique (Fugawi 3.1). Les temps d'arrivée au fond et de remontée sont identifiés comme étant l'arrêt et le

démarrage du treuil et notés via le même logiciel. La position du traineau sur le fond est estimée géométriquement en calculant le décalage du traineau derrière le bateau et en assumant que le traineau suit exactement la trajectoire du navire. Ce calcul tient compte de la longueur de câble déployé et de la profondeur. Des constantes comme la position relative de l'antenne GPS et du treuil ainsi que le tirant d'eau du navire sont aussi intégrées dans le calcul.

2.9 TRAITEMENT DES BANDES À BORD

Informations complémentaires sur DVD : Description des métadonnées, photos.

Suite à un trait, un visionnement sommaire est effectué sur les bandes vidéos pour confirmer que le traineau était dans la bonne position sur le fond, que la vitesse de remorquage était adéquate et que l'éclairage était fonctionnel. Une première copie numérique est réalisée immédiatement avant de réutiliser la bande. La séquence vidéo est compressée (MPEG-2, 8 mb/s) en temps réel (convertisseur ADS Tech, Instant DVD+DV) et archivée sur DVD. Les bandes originales, de meilleure qualité que les archives sur DVD, sont conservées. Les données associées au trait sont aussi saisies à bord.

2.10 ANALYSE DES VIDÉOS

Informations complémentaires sur DVD : Description visuelle des types de substrats rencontrés, flux de traitement des images vidéo.

Les bandes vidéo ont été analysées par un seul observateur pour limiter les erreurs d'interprétation individuelle. Les descripteurs ont été choisis de façon à décrire semi-quantitativement la macrofaune benthique, le substrat et certaines caractéristiques présumées de l'habitat du loup tacheté. Les données de base de la mission ont été compilées à bord du navire de recherche et complétées suite à la mission.

Les traits vidéo, d'une durée d'environ 20 minutes chacun (Cloridorme 20,1 ±0,3 min.; Cap Gaspé 20,5±2,9 min.) et d'une longueur approximative de 750m (Cloridorme 646±90m ; Cap Gaspé 847±167m), ont été analysés par séquences de 30 secondes, généralement à une vitesse de lecture de 0,5x ou 0,25x et avec arrêt sur image. Pour chacune des séquences, la présence ou l'absence d'organismes des principaux groupes taxonomiques benthiques (anémones, crabes, crevettes, éponges, étoiles, gorgonocéphales, holothurides, mollusques, ophiures, oursins, plumes et tuniciers) ont été notées. La profondeur et la nature du substrat (vase, sable, gravier, roches, rochers et roc) ont également été enregistrées pour chaque séquence. Des classes combinées ont aussi été utilisées, avec la classe dominante nommée en premier. La qualité de l'image fut notée qualitativement selon la turbidité, la vitesse de défilement ou la présence de contamination dans le champ visuel. En tenant compte de ces facteurs, une cote de 0 à 2 fut attribuée, allant de nulle à excellente. En plus des notes sur le substrat, des informations sur les abris potentiels ont été notées. Leur présence fut classée de « nulle » à « fréquente ». La catégorie « fréquente » indiquant que des abris ont été vus plus de

quatre fois durant une séquence de 30 secondes. Ceux-ci sont définis comme étant un trou, une grotte ou un abri sous roche de taille pouvant accueillir un poisson d'au moins 30 cm. Si un abri était noté, des notes supplémentaires étaient ajoutées pour le décrire.

L'identification des différents groupes taxonomiques rencontrés se faisait en fonction des principales familles selon s'il y avait absence (0) ou présence (1) d'une espèce à l'intérieur du segment de 30 sec. Pour les poissons, le temps était noté dans la colonne « Remarques » (p. ex. : P 0 :12 signifiant poisson vu au temps 12 sec.) en même temps que l'identification à la famille était faite. Au total, 15 familles furent retenues pour l'analyse. Lorsqu'il était impossible d'identifier le poisson à la famille, sa présence était alors notée dans la colonne « Non identifié ». Les temps où étaient aperçus les poissons et les abris ainsi que toute autre remarque furent notés (diversité particulière, élément nouveau, défaillance technique, etc.).

La présence relative des différents organismes fut calculée en pourcentage pour l'ensemble du trait (environ 20 minutes). La représentativité relative des différentes classes de sédiment était aussi considérée pour chacun des traits.

2.11 SAISIE D'IMAGES FIXES

Pour chaque secteur, environ 200 images ont été saisies à partir de la bande vidéo (Sony, Vegas Pro v.6) puis géoréférencées (logiciel RoboGeo, www.robogeo.com) manuellement à même les champs EXIF des fichiers JPEG en utilisant le temps associé à chaque image saisie. Les images ont été désentrelacées et affinées pour affichage. Ces images permettent de visualiser rapidement les types de fonds et les communautés sans avoir recours aux bandes vidéo.

2.12 ANALYSE DE SIMILITUDES

L'analyse des communautés benthiques des secteurs de Gaspé et Cloridorme a été effectuée à partir des enregistrements vidéo. Ces informations furent analysées avec l'aide du logiciel PRIMER version 6 afin de décrire les communautés benthiques rencontrées et de comparer les zones fréquentées ou non par les loups.

Les données de présence/absence d'invertébrés pour chaque séquence d'un même trait ont été synthétisées en calculant la fréquence relative d'occurrence par trait des différents groupes. La similarité entre chaque paire possible de traits de cette matrice d'occurrence fut calculée en utilisant le coefficient de similarité de Bray-Curtis. Pour chacun des secteurs, la matrice de ressemblance résultante fut ensuite soumise à une analyse de groupement utilisant la méthode des liens moyens. Parallèlement à ces analyses sur les groupes taxonomiques, d'autres analyses multivariées ont été réalisées sur les variables environnementales dans le but d'expliquer la formation des groupes obtenus. Les variables décrivant la nature du substrat ont été synthétisées en calculant la fréquence relative d'occurrence de chaque type de sédiment par trait.

3 RÉSULTATS

3.1 DISTRIBUTION

Informations complémentaires sur DVD : cartes de distribution.

3.1.1 Stade pélagique

Les échantillons récoltés par Kohler *et al.* (1974a, 1974b, 1975, 1976, 1977) permettent de situer avec précision la période pendant laquelle les larves de loup atlantique sont présentes dans la colonne d'eau, soit le mois de mai et le début du mois de juin dans la partie sud du golfe du Saint-Laurent. Kohler *et al.* (1974a, 1974b, 1975, 1976, 1977) ont dénombré 263 larves de loup dans 166 échantillons. Sur la base du patron de pigmentation, toutes ces larves ont été identifiées comme étant des loups atlantiques (D. Faber, adresse, comm. pers.). La très grande majorité des larves ont été capturées entre le 10 mai et le 3 juin (260 larves). Les captures ont eu lieu principalement dans la dernière semaine du mois de mai (137 larves) et une seule larve a été capturée après le 18 juin (21 août 1968). Les captures les plus hâtives datent du 10 mai, la journée la plus hâtive des missions printanières. Bien qu'aucun échantillonnage n'ait eu lieu avant le 10 mai, les loups atlantiques présents dans la colonne d'eau dès le 10 mai n'y étaient que depuis peu à en juger par la taille des larves mesurées à la fin,-mai et au début de juin lors des missions de 1972 et 1973. Aucun échantillonnage n'a eu lieu entre le 1er et le 16 juillet, mais la période entre le 4 et le 30 juin a été échantillonnée intensivement et n'a produit que deux larves (les 15 et 17 juin 1969). Les captures ont eu lieu principalement entre 18h et 06h (216 larves), notamment entre 21h et 03h (183 larves). Les larves ont été capturées dans les 50 premiers mètres de la colonne d'eau (209 larves), généralement en surface (143 larves). De ces 143 captures en surface, 138 ont eu lieu entre 21h et 03h. Par contre, entre 09h et 15h, seulement 19 larves ont été capturées, jamais dans des traits horizontaux en surface. Les larves échantillonnées mesuraient entre 18 et 25 mm de longueur totale (36 larves mesurées en 1972 et 1973).

Outre les captures signalées par Kohler *et al.* (1974a, 1974b, 1975, 1976, 1977), la base de données contient 8 autres mentions de captures de larves de loups (*Anarhichas* spp.) ; 2 dans la région du sud du golfe du Saint-Laurent (la même région que celle échantillonnée par Kohler *et al.* (1974a, 1974b, 1975, 1976, 1977)) et 6 dans le nord du golfe du Saint-Laurent, au nord-est de l'île d'Anticosti. Avant le 18 juin, 4 de ces larves ont été capturées la nuit (entre 18h et 06h, 321 échantillons) et les 4 autres de jour (entre 07h et 10h, 530 échantillons). Aucune larve de loup n'a été signalée après le 18 juin ou à l'ouest d'Anticosti. Des larves de loups atlantiques ont aussi été capturées à l'occasion d'autres missions. Plus récemment, 2 chercheurs ont signalé leur présence dans des échantillons prélevés entre 1999 et 2006 (Patrick Ouellet et Jacques Plourde, IML, données non publiées), dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent. Ces larves ont également été capturées entre le 10 mai et le 17 juin.

3.1.2 Stade benthique

Les captures de loups tachetés (Figure 2) et de loups atlantique (Figure 3) dans le golfe du Saint-Laurent pour lesquelles des informations géospatiales sont disponibles ont été cartographiées. Le nombre de captures, d'un ou de plusieurs individus, par espèce varie. Nous n'avons répertorié que 254 captures de loups à tête large pour la période entre 1971 et 2007, comparativement à 1616 pour le loup tacheté et 3826 pour le loup atlantique. Cela est cohérent avec le statut de chacune des espèces dans le cadre de la *Loi sur les espèces en péril*, le loup atlantique ayant un statut d'espèce préoccupante alors que le loup à tête large et le loup tacheté ont un statut d'espèce menacée.

L'examen sommaire des données de capture révèle plusieurs patrons de distribution. À l'exception du loup à tête large, une très faible proportion des captures semblent associées au fond du chenal Laurentien et dans une moindre mesure au fond du chenal d'Anticosti et du chenal Esquiman. Très peu de captures de loups ont été signalées dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent et ces captures sont surtout concentrées à l'extrémité est de l'estuaire maritime. Aucun loup n'a été capturé dans le Saint-Laurent en amont du Saguenay et on ne rapporte que de rares individus capturés dans le fjord du Saguenay (J.-D. Dutil, IML, données non publiées). Les captures de loups, en particulier celles du loup tacheté, sont également rares dans la zone de moins de 100 m de profondeur au sud du chenal Laurentien (le plateau madelinien). On notera qu'il s'agit de données de captures sans égard à l'effort de pêche.

Les trois sources de données (relevés scientifiques, pêches sentinelles, observateurs) diffèrent quant à la répartition des captures. Les données les plus fiables et issues d'un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié sont celles provenant des relevés scientifiques. Les captures de loup à tête large y sont faibles (102 individus) et celles du loup tacheté y sont cinq fois moins importantes que celles du loup atlantique. Toutes espèces confondues, la plus forte proportion des captures de loups provient du nord-est du golfe du Saint-Laurent, les captures du sud du golfe étant limitées au pourtour du plateau madelinien, notamment sur le talus qui délimite le chenal Laurentien. Les captures inventoriées par le programme des observateurs donnent une image relativement semblable à celle des relevés scientifiques. Des trois sources, c'est le programme des pêches sentinelles qui montre une distribution des captures la plus limitée spatialement, soit la côte ouest de Terre-Neuve (1999 à 2006). Seulement 5 loups à tête large ont été capturés par cette pêche durant cette période, comparativement à 109 pour le loup tacheté et 351 pour le loup atlantique.

3.2 LEVÉS ACOUSTIQUES MULTIFAISCEAUX

Informations complémentaires sur DVD : cartes interactives à haute résolution.

3.2.1 Rétrodiffusion

Le secteur de Cloridorme (Figure 4) présente une distinction nette entre la portion située près de la côte où les valeurs de réflectivité sont élevées et la zone plus au large où elles sont plus faibles. Ces différences s'expliquent aisément en consultant les images associées aux différents niveaux de réflectivité. Les zones claires sont associées à des

fonds de roche-mère, de gravier ou d'un mélange de graviers grossiers et de roche. Les zones sombres sont caractéristiques des sédiments fins. Le secteur de Cap Gaspé (Figure 5) présente des niveaux moyens avec peu de variations à l'exception de la portion sud-est où des surfaces de plus faibles et de plus fortes valeurs sont intercalées. Les données de Cap Gaspé comportent aussi quelques artéfacts évidents liés à l'étalonnage dans la zone nord-ouest. On notera aussi que les creux des sillons glaciaires ont toujours une réflectivité plus faible (sombre) que la surface environnante, une indication que des sédiments plus fins se trouvent au fond des sillons.

L'absence d'un étalonnage absolu de la rétrodiffusion limite le type d'analyse quantitative qui peut être fait sur ces données qui comportent encore de nombreux artéfacts liés aux levés. Les lignes individuelles de sondages demeurent visibles et il apparaît clairement que la réflectivité au centre et en bordure des faisceaux peut varier indépendamment du type de fond. La portée de l'interprétation qu'on peut en faire en lien avec l'habitat est donc limitée. Qualitativement, on peut néanmoins mettre cette information à profit, notamment en la drapant sur la bathymétrie, par transparence ou en visualisation 3D.

3.2.2 Comparaison d'une zone avec captures, et sans capture: Cap Gaspé

Les secteurs d'étude ont été choisis de manière à pouvoir associer une zone de 100 km^2 démontrant un historique de captures de loups avec une zone adjacente de taille identique sans capture. Ce critère a été utilisé pour les trois secteurs, mais au cours de l'étude, des données de capture nouvellement disponibles sont venues s'ajouter dans les secteurs de Cloridorme et de l'île Bonaventure, là où il n'y en avait pas au moment d'effectuer la sélection. Seul le secteur de Cap Gaspé démontre toujours une zone avec capture et une autre sans capture. Lorsque comparées avec l'outil de classification, les deux zones se distinguent à l'échelle de 5 m par une présence plus importante de crêtes étroites dans la zone avec capture. Cette distinction disparaît aux autres échelles.

3.3 CAMÉRA REMORQUÉE

Informations complémentaires sur DVD : cartes interactives à haute résolution avec images et vidéos géoréférencées, description des sillons glaciaires, représentations 3D.

3.3.1 Description du milieu, Cloridorme

Le secteur au large de Cloridorme se caractérise par une pente rocheuse et graveleuse menant à une plaine uniforme en eau plus profonde. Une crête importante et un sillon profond sont aussi présents dans ce secteur. La portion côtière, à moins de 60 mètres, présente une variété d'invertébrés benthiques. Ce groupe très diversifié est bien représenté dans les vidéos recueillies par les anémones, les concombres de mer, les crabes, les éponges et les oursins. Les crabes sont aussi observés à moyenne et à grande profondeur. Les fonds rocheux dominent le paysage de la portion côtière et de gros rochers fortement colonisés sont également visibles.

Plus profondément, de 100 à 150 mètres, les fonds de sable et de vase dominent. Ceux-ci sont parfois parsemés de roches et certains fonds apparaissent pauvres avec très peu d'organismes visibles. L'absence de substrat dur limite le nombre d'organismes sessiles et leur diversité diminue. Cette zone se caractérise également par la présence de certains poissons, dont les raies et les lycodes.

Plus au large, à des profondeurs de 225 à 290 mètres, des fonds de vase parsemés de plumes de mer dominent. Des anémones de grande taille sont également observées. Celles-ci forment parfois des colonies sur les rares rochers. Les crevettes sont souvent associées à ces amas d'anémones. Bien qu'on les aperçoive parfois en eaux profondes, les crevettes et les crabes sont omniprésents près de la côte. Des poissons tels les raies, lycodes, sébastes et myxines fréquentent aussi ces eaux profondes.

3.3.2 Description du milieu, Cap Gaspé

Le secteur de Cap Gaspé se distingue de celui de Cloridorme par une bathymétrie plus uniforme. Le relief généralement plat est couvert de sillons glaciaires. Une exception à ce relief plat est un rocher de forme allongé (1900 x 350 m) situé dans le coin sud-est du secteur. Il y a peu de variations de profondeur entre les différentes stations (120 à 190 m) et le paysage sous-marin est moins varié que dans le secteur de Cloridorme, notamment en ce qui concerne les invertébrés benthiques. Le fond dans ce secteur est principalement constitué de roches parfois recouvertes de vase.

Les différences de substrat entre les secteurs de Cap Gaspé et de Cloridorme ont un effet sur les invertébrés qui y sont observés. Les invertébrés benthiques visibles à Cap Gaspé colonisent surtout les gros rochers et les substrats durs. Quelques anémones dispersées sont visibles ainsi que de grosses étoiles de mer et des éponges. Les concombres de mer, présents à faible profondeur près de Cloridorme, sont complètement absents de ce secteur tout comme les oursins, qui sont rares dans le secteur de Cap Gaspé, alors que les plumes de mer, très nombreuses dans la portion profonde de Cloridorme, sont absentes dans l'autre secteur.

Les poissons sont plus nombreux et plus diversifiés à Cap Gaspé qu'à Cloridorme. Les poissons plats se camouflent sur le fond alors que les sébastes sont bien visibles près des gros rochers. Il est aussi possible d'apercevoir de la morue près du fond. Cette espèce, bien que peu abondante, n'a pas été observée dans le secteur de Cloridorme. Inversement, les représentants de la famille des Macrouridae, qui étaient présents à Cloridorme, sont peu nombreux à Cap Gaspé. Les lycodes, les raies et la myxine sont présents dans les deux secteurs d'étude.

3.4 ANALYSE DE SIMILITUDES

Pour le secteur de Cloridorme, l'analyse de groupement indique la présence de cinq groupes d'échantillons (traits) statistiquement différents ($p<0.05$) (Figure 6). Les échantillons du groupe A sont similaires entre eux par leur proportion de crevettes, plumes, anémones et crabes. Les abondances de plumes, anémones et ophiures caractérisent les échantillons du groupe B. Dans le groupe C, ce sont les proportions

d'anémones, crabes, crevettes et mollusques qui contribuent à la similarité entre les échantillons. Les échantillons du groupe D sont similaires entre eux par leur abondance d'anémones, d'éponges, de crevettes, d'oursins, d'étoiles et de crabes. Enfin, les échantillons du groupe E sont caractérisés par leur abondance d'anémones, de crabes, d'étoiles, de crevettes et d'oursins. Globalement, les échantillons des groupes A et B, caractérisés par la présence de plumes, sont associés aux régions profondes avec fond vaseux. Les échantillons des groupes C, D et E, caractérisés par l'absence de plumes, sont retrouvés dans les zones peu profondes avec un fond de sable ou gravier (Figure 7). Les analyses n'ont pas révélé de différence entre les zones fréquentées ou non par les loups, les groupes étant généralement constitués de traits provenant des deux zones.

Pour le secteur de Cap Gaspé, le dendrogramme résultant de l'analyse de groupement indique que tous les traits réalisés dans ce secteur ne forment qu'un seul groupe (Figure 8). En effet, aucune différence significative ($p>0.05$) entre les groupes ne fut détectée. Les abondances d'anémones, de crabes, d'éponges et d'étoiles sont principalement responsables de la similarité des traits de ce groupe unique. L'analyse conjointe des deux secteurs indique qu'une grande majorité des traits du secteur de Gaspé sont similaires aux traits du groupe C de Cloridorme. De plus, il n'y a pas de différence entre les zones fréquentées ou non par les loups, les traits des deux zones ne formant qu'un seul groupe.

3.5 CARTOGRAPHIE DES INFORMATIONS PROVENANT DE LA VIDÉO

Informations complémentaires sur DVD : cartographie des abris potentiels, cartographie d'espèces benthiques.

Bien qu'il ait été démontré en laboratoire que le loup tacheté utilise intensivement les abris disponibles (Lachance *et al.* 2010), l'importance des abris pour le loup tacheté en nature demeure inconnue. Les observations de loups réalisées ailleurs en Gaspésie (Larocque *et al.* 2008) ainsi que l'information rapportée par les plongeurs tendent à démontrer que la présence d'abris potentiels est un élément important dans le cycle vital du loup atlantique. Les abris potentiels identifiés à partir des bandes vidéo ont été cartographiés pour les deux secteurs. À Cloridorme, tous les abris se retrouvent près de la côte et sont associés à des fonds rocheux. À Cap Gaspé, aucun patron géographique n'est apparent, mais des abris sont présents dans la majorité des traits. Trois groupes d'espèces connues comme faisant partie de l'alimentation des loups ont aussi été cartographiés: les oursins, crabes et mollusques.

4 DISCUSSION

4.1 HABITAT POTENTIEL

L'objectif théorique d'une approche multidisciplinaire comme celle-ci est d'exploiter la complémentarité entre des jeux de données de sources et d'échelles différentes pour augmenter nos connaissances sur l'habitat d'espèces menacées ou vulnérables. Pour les loups, nous devons accepter que nos connaissances sur les préférences d'habitats en eaux profondes soient, au mieux, fragmentaires et proviennent d'associations indirectes.

Ainsi, il n'est pas étonnant que la température soit la variable de l'habitat la mieux définie pour les loups. On pourra associer des plages de températures préférentielles grâce à la disponibilité de la climatologie pour le golfe et d'une base de données historiques de captures géoréférencées. D'autres auteurs ont établi des associations avec des types de fonds précis basées sur un exercice ponctuel de classification simultanément à des relevés de pêche alors qu'en zones côtières accessibles par les plongeurs (typiquement pour la zone de 0 m à 30 m), certains habitats du loup atlantique ont été décrits par observations directes (Larocque *et al.* 2008 ; Keats *et al.* 1985). Même l'information sur la diète demeure fragmentaire et remonte à la période précédant la désignation de ces espèces en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*. Les connaissances sur le cycle vital du loup tacheté sont aussi limitées, mais sont un peu plus abondantes pour le loup atlantique en zone côtière. Comme en témoigne le plan de rétablissement pour les deux espèces protégées, on a souvent suppléé au manque d'information sur le loup tacheté en associant des informations provenant d'observations en plongée sur le loup atlantique. Ces extrapolations ont rarement, sinon jamais, été validées. Par contre, nous disposons d'informations qui peuvent orienter nos connaissances de l'habitat. On sait maintenant que le loup tacheté utilisera des abris si ceux-ci sont disponibles (Lachance *et al.* 2009).

Dans ce contexte, il devient donc essentiel de trouver de nouvelles approches qui permettront d'établir quels sont les habitats présentant une forte probabilité de soutenir une population de loups. L'approche qui a été privilégiée ici fut premièrement de tenter d'associer qualitativement des types de reliefs à une forte probabilité de captures et à déterminer sur quels types de fonds se retrouvent les proies habituelles des loups. Dans le premier cas, les données de bathymétrie à l'échelle du golfe ont été mises à profit alors que dans l'autre, des observations directes provenant de la vidéo remorquée ont été associées à des données multifaisceaux à haute définition pour tenter de faire un lien entre les proies et les types de fonds.

Les données bathymétriques disponibles pour l'ensemble du golfe sont une mosaïque provenant d'une multitude de sources, d'époques et d'instruments différents. Comme on a pu le constater à la lecture des cartes présentées pour l'ensemble du golfe (de Pointe-des-Monts à l'ouest au détroit de Cabot au sud), seulement 25 700 km^2 (soit 5% de la

surface totale) proviennent de relevés par sondeurs multifaisceaux. Ce type de données est le seul qui se prête bien à une classification basée sur un indice bathymétrique, mais seulement 3,6% des captures rapportées se trouvent dans ces zones. Par contre, une autre dérivée - la pente - est moins dépendante de l'échelle et peut se calculer à partir des données à différentes échelles. Le long du chenal Laurentien, il y a une association nette entre les captures (non pondérées par l'effort) et la présence de pentes fortes. Ceci est aussi vrai en marge du chenal Esquiman malgré que les pentes y soient plus faibles. À l'échelle plus fine des relevés réalisés pour ce travail à Cloridorme et à Cap Gaspé, la densité des captures est trop faible pour y associer des types de fonds. La précision du positionnement des captures limite aussi l'interprétation à cette échelle.

Puisqu'il est connu que les loups atlantiques utilisent les abris lorsqu'ils sont présents, il y avait un grand intérêt à les identifier à partir des images vidéo. Des abris sont présents dans les deux secteurs, près de la côte à Cloridorme et répartis uniformément à Cap Gaspé. Comme ils sont rarement associés à des fonds présentant des sédiments fins, il est relativement simple de prévoir la présence d'abris à partir des levés acoustiques.

L'hypothèse initiale voulant que la présence/absence de loups dans des zones adjacentes à bathymétrie équivalente puisse être expliquée par la nature du substrat est difficile à vérifier. Le secteur de Cap Gaspé est le seul où il y a une différence nette entre les deux zones de 100 km^2, mais aucune variable ou dérivée n'explique clairement cette différence qui pourrait être liée à l'effort de pêche. La présence de proies potentielles, d'abris, de fonds de graviers et d'un environnement relativement complexe dû à la présence de sillons glaciaires suppose que les deux espèces de loups pourraient être présentes dans tout le secteur de Cap Gaspé. L'omniprésence de sillons glaciaires de grandes dimensions constitue une découverte inattendue qui vient modifier l'idée reçue que ces fonds sont uniformément plats et sans relief. En augmentant la rugosité à une échelle de dizaines de mètres et en créant des zones d'accumulation de sédiments, les sillons pourraient favoriser la création d'habitats favorables pour certaines espèces.

Nous avions des attentes élevées vis-à-vis l'utilisation de la réflectivité comme analogue de l'habitat. Nous devons conclure que l'information qui nous a été fournie après traitement ne permet pas de travailler à l'échelle fine qui serait requise pour décrire la nature du substrat et incorporer cette information à une classification des fonds marins. Les artefacts de sondage sont omniprésents et l'étalonnage demeure problématique. Nous concluons que la qualité de l'acquisition sur le terrain est cruciale et que l'optimisation doit débuter à cette étape, sans quoi les données sont d'une utilité limitée. On notera aussi qu'il s'agit d'une discipline en évolution rapide et que depuis le début de ces travaux, des méthodes de traitement numériques ont été développées pour faciliter l'utilisation de la réflectivité. À cause de ces difficultés, combinées à l'imprécision du positionnement des images vidéo, il est impossible d'établir une classification de la réflectivité validée par les images. Au mieux, certaines zones de transition ont été identifiées par les deux méthodes. On peut cependant prévoir que l'intégration de la réflectivité dans la classification d'habitats et la validation par observation directe prendront de l'importance dans l'avenir.

Une autre avenue intéressante qui sera explorée sous peu est l'association d'assemblages spécifiques de poissons et d'invertébrés avec les données de capture de loups. Ces associations peuvent être dues à des relations prédateur-proies ou à des besoins similaires

en habitat. Elles pourraient faciliter l'étude de l'habitat du loup par l'utilisation d'analogues (*proxies*). Cette approche est en cours; elle est d'un grand intérêt pour des espèces rares ou cryptiques comme les loups.

La convergence de ces méthodes directes et indirectes pour décrire, classifier et étudier les habitats ira en s'accentuant. La migration graduelle vers des modes de gestion écosystémiques pour les ressources halieutiques et les espèces vulnérables en est un moteur important. Ces approches globales à l'habitat peuvent varier dans leurs méthodes et dans leurs échelles, mais elles ont toutes en commun l'utilisation de données à référence géographique. La géomatique devient alors une discipline centrale à l'exercice (Sameoto *et al.* 2008) et ceci doit orienter la collecte de données très tôt dans le processus pour en tirer le meilleur parti. L'importance de ce point est clairement illustrée dans le présent document. Comme souligné par Copps *et al.* (2007), le contexte légal aux États-Unis (*Loi Magnuson-Stevens* de 1996) a grandement contribué au développement d'une approche par rétroaction impliquant la gestion de l'habitat et les scientifiques. L'exemple cité est celui du poisson de fond sur la côte ouest, mais il pourrait s'appliquer à tout autre stock ou espèce, y compris aux espèces menacées. La démarche passe par un exercice de modélisation où le substrat observé, la profondeur et la température (ou un analogue) sont les intrants. Le résultat est une mesure de la probabilité qu'un habitat ayant des caractéristiques propres soit adéquat pour l'espèce visée. Cette nouvelle variable probabiliste peut être cartographiée et utilisée comme prédicteur de la présence d'une espèce même si cette présence est souvent difficile ou impossible à vérifier. Ceci apparaît comme étant particulièrement bien adapté au cas des espèces de loups dans le golfe du Saint-Laurent.

4.2 AMÉLIORATIONS TECHNOLOGIQUES

De nombreux changements ont été apportés aux méthodes d'acquisition et de traitement depuis que les données présentées dans ce rapport ont été acquises en 2005 et 2006. Un effort a été fait pour améliorer la qualité des images et des métadonnées pour en augmenter la valeur scientifique.

4.2.1 Imagerie photo

L'ajout d'une caméra photo numérique sur le traineau fut un changement majeur dans l'approche privilégiée pour décrire l'habitat. Cette caméra est montée verticalement à l'avant de la caméra vidéo avec deux flashs latéraux. Elle saisit des images du fond automatiquement toutes les dix secondes sur une surface de 0,12 m^2. Ces images ont une résolution théorique meilleure qu'un millimètre par pixel. Ce niveau de détail sur un champ plat permet de réaliser des analyses quantitatives de la couverture par l'épibenthos et de caractériser le substrat avec un degré de certitude supérieur à ce que permettaient les images vidéo obliques. Pour cette raison, la photo a remplacé la vidéo comme source principale de données sur l'habitat benthique.

4.2.2 Imagerie vidéo

Afin d'améliorer la qualité des images et d'en faciliter l'interprétation, les caméras

utilisées en 2006 ont été remplacées par des modèles à haute définition. Ce changement a permis d'améliorer la résolution des images saisies par un facteur de 4,5. Accessoirement, les caméras plus récentes sont plus sensibles aux faibles luminosités et produisent des images de meilleure qualité pour un même éclairage. Malgré l'utilisation de la photographie verticale, la vidéo oblique demeure un outil important pour obtenir une vue d'ensemble du milieu et pour noter la présence d'espèces rares ou mobiles. La gestion des bandes vidéo et l'encodage ont aussi été améliorés.

4.2.3 Éclairage

L'éclairage n'a pas été modifié, mais la position des projecteurs sur le traineau a été optimisée en les déplaçant vers l'avant pour réduire les zones d'ombrage. Le système d'alimentation des projecteurs a été modifié pour que la mise en marche se fasse au contact de l'eau et non pas sous l'effet de la pression. Cette modification permet de réaliser des séquences en faible profondeur où la pression n'était pas suffisante pour activer l'ancien système. La prochaine étape dans le processus d'amélioration consiste à remplacer l'éclairage halogène par une source d'éclairage plus efficace. Les options sont d'utiliser des lampes à décharge à haute intensité (HID) ou des diodes électroluminescentes (DEL). Ceci permettra de réduire la chaleur produite et d'augmenter l'autonomie des blocs de batteries.

4.2.4 Positionnement

L'intégration d'informations géoréférencées provenant de plusieurs sources nécessite d'avoir un degré élevé de précision et de pouvoir contrôler l'exactitude des données. Toutes les données provenant d'appareils fixés au traineau benthique sont géoréférencées à partir du tracé de la position du navire à laquelle un décalage constant fut appliqué pour tenir compte de la longueur du câble déployé. La plus récente itération du système utilise un enregistreur en continu pour sauvegarder la position, la longueur de câble et la profondeur sur une base de temps commune. Par post-traitement, il est possible de recréer le parcours du traineau sur le fond avec une précision améliorée qui tient compte des changements de profondeur et de longueur de câble. Cette méthode est une étape transitoire dans l'attente d'un système de positionnement acoustique en temps réel. Cet équipement permettra d'obtenir le tracé de l'engin sur le fond à partir d'un calcul basé sur la profondeur, l'orientation et la distance du traineau par rapport au navire en plus de tenir compte du roulis et du tangage.

5 SOURCE ET PROPRIÉTÉ DES DONNÉES

La propriété intellectuelle des données et des éléments visuels de ce document appartient à Sa Majesté la Reine du Chef du Canada. Le Service hydrographique du Canada est la source et le détenteur des droits d'auteur des cartes marines et des données bathymétriques et de rétrodiffusion apparaissant dans cet ouvrage.

6 REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les personnes suivantes pour leur participation à la cueillette des informations et à la production de ces documents :

Validation des identifications : Alice Buie, Daniel Faber, Patrick Ouellet, Inger-Britt Falk-Petersen. Accès aux données : Caroline Lafleur, Sylvain Hurtubise, Denis Bernier, France Henry, Gaétan Gauthier, Hughes Benoît, Sylvio Coulombe.

Acquisition et traitement des données acoustiques multifaisceaux : Roger Côté, Éric Lebel, Louis Poliquin, Stéphane Tessier et l'équipage du NGCC Frederick G. Creed

Acquisition des images sur traineau benthique: Martin Lévesque et l'équipage du NGCC Calanus II, Paul Brodeur et l'équipage du NGCC E.P. Le Québécois.

Infographie, programmation, montage et production du document : Johanne Noel, Benoit Arbour, Sébastien Lévesque.

Plongée et vidéo au site de Les Méchins: Paul Robichaud, Catherine Dion.

Informations sur sillons glaciaires : Patrick Lajeunesse et Jonathan Roger.

Ce projet a été financé en partie par le programme SARCEP (Species at Risk / Coordination Espèces en Péril) de Pêches et Océans Canada et par le fond interministériel de rétablissement (FIR / Environnement Canada). Le salaire de Marie-Hélène Gendron fut défrayé en partie par le Programme de stages pour les jeunes dans le secteur public fédéral.

Daniel Hardy et Jacinthe Beauchamp ont gracieusement accepté de réviser la version préliminaire du DVD. Jean-Sébastien Lauzon-Guay, Richard Sanfaçon et France Boily ont révisé la version finale du rapport.

7 RÉFÉRENCES

Ardron, J. 2002. A GIS Recipe for Determining Benthic Complexity: An Indicator of Species Richeness. *In* Breman, J., eds. Marine Geography: GIS for the Oceans and Seas. p.169-176.

AFSC/RACE. 2009. Video Camera Sled and ROV [en ligne]. http://www.afsc.noaa.gov/kodiak/shellfish/submersibles/sled.htm (page consultée le 25 mars 2009).

Augustin, J.-M. et Lurton, X. 2005. Image amplitude calibration and processing for seafloor mapping sonars. Oceans 2005 – Europe. 1: 698-701.

Bigford, T. 2008. U.S. experience since 1996 implementing the "Essential Fish Habitat" program to conserve fish habitat [en ligne]. http://www.fisheries.org/afs/docs/meetings/09prog.pdf (page consulté le 10 février 2010).

Bourdages, H., Archambault, D., Bernier, D., Fréchet, A., Gauthier, J., Grégoire, F., Lambert, J. et Savard, L. 2008. Résultats préliminaires du relevé multidisciplinaire de poisson de fond et de crevette d'août 2008 dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 1210: xi + 73 p.

Bourdages, H., Savard, L., Archambault, D. et Valois, S. 2007. Results from the August 2004 and 2005 comparative fishing experiments in the northern Gulf of St. Lawrence between the CCGS Alfred Needler and the CCGS Teleost. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2750: ix + 57 p.

Canada. 2007. Registre public des espèces en péril [en ligne]. http://www.registrelep.gc.ca/default_f.cfm (page consultée le 10 février 2010).

Chadwick, E.M.P., Brodie, W., Colbourne, E., Clark, D., Gascon, D. et Hurlbut, T. 2007. Historique des relevés de chalut multi-spécifiques annuels sur la côte atlantique du Canada. Bulletin PMZA. 6: 25-42.

Copps, S.L., Yoklavich, M.M., Parkes, G.B., Wakefield, W.W., Bailey, A., Greene, A., Goldfinger, H. G. et Burn, R.W. 2007. Applying marine habitat data to fishery management on the U.S. West Coast: Initiating a policy-science feedback loop. In Todd, B.J. et H.G. Greene eds. Mapping the seafloor for habitat characterization: Geological Association of Canada, Special Paper. 47, p. 451-462.

Falk-Petersen, I.B., Hansen, T.K., Fieler, R. et. Sunde, L.M. 1999. Cultivation of the spotted wolffish *Anarhichas minor* (Olafsen) - a new candidate for cold-water fish farming. Aquac. Res. 30(9): 711-718.

Gonzalez, C., Paz, X., Roman, E. et Alvarez, M. 2006. Feeding habits of wolffishes (*Anarhichas denticulatus*, *A. lupus*, *A. minor*) in the North Atlantic. NAFO. Serial No. N5284 NAFO SCR Doc. 06/52.

Greene, H.G., Yoklavich, M.M., O'Connell, V.M., Starr, R.M., Wakefield, W.W. et. Caillet, G.M. 2000. Mapping and classification of deep seafloor habitats. International Council for the Exploration of the Sea. ICES CM: 11 p.

Greene, H.G., Yoklavich, M.M., Starr, R.M., O'Connell, V.M., Wakefield, W.W., Sullivan, D.E., McRea, J.E. et Caillet, G.M. 1999. A classification scheme for deep seafloor habitats. Oceano. Acta 22(6): 663-678.

Ierodiaconou, D., Burq, S., Reston, M. et Laurenson, L. 2007. Marine benthic habitat mapping using multibeam data, georeferenced video and image classification techniques in Victoria, Australia. Spatial Science. 52: 93-104.

IMCRA. 1998. Interim Marine and Coastal Regionalisation for Australia: an ecosystem-based classification for marine and coastal environments. Version 3.3. Environment Australia, Commonwealth Department of the Environment. Canberra.

Jenness, J. 2003. Grid surface areas: Surface area and ratios from elevation grids [Electronic manual]. Jenness Enterprises: ArcView Extensions, [en ligne]. http://www.jennessent.com/arcview/arcview_extensions.htm (page consultée le 25 mars 2009).

Jennings, S. et Kaiser, M.J. 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. Advances in Marine Biology. 34: 201-352.

Johannessen, T., Gjosaeter, J. et Moksness, E. 1993. Reproduction, spawning behaviour and captive breeding of the common wolffish *Anarhichas lupus*. Aquaculture. 115: 41-51.

Keats, D.W., South, G.R. et Steele, D.H. 1986. Where do juvenile Atlantic Wolffish, *Anarhichas lupus*, live? Can. Field-Nat. 100: 556-558.

Keats, D.W., South, G.R. et Moksness, E. 1985. Reproduction and egg guarding by Atlantic wolffish (*Anarhichas lupus*: Anarhichidae) and ocean pout (*Macrozoarces americanus* : Zoarcidae) in Newfoundland waters. Can. J. Zool. 63(11): 2565-2568.

Kenny, A.J., Cato, I., Desprez, M., Fader, G., Schuttenhelm, R.T.E. et Side J. 2003. An overview of seabed-mapping technologies in the context of marine habitat classification. ICES Journal of Marine Science 60: 411-418.

Kohler, A.C., Faber, D.J. et McFarlane, N.J. 1974(a). Eggs, larvae and juveniles of fishes from plankton collections in the Gulf of St. Lawrence during 1965, 1966 and 1967. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 285: 164 p.

Kohler, A.C., Faber, D.J. et McFarlane, N.J. 1974(b). Eggs, larvae and juveniles of fishes from plankton collections in the Gulf of St. Lawrence during 1968. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 490: 105 p.

Kohler, A.C., Faber, D.J. et McFarlane, N.J. 1975. Eggs, larvae and juveniles of fishes from plankton collections in the Gulf of St. Lawrence during 1969. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 521: 154 p.

Kohler, A.C., Faber, D.J. et McFarlane, N.J. 1976. Eggs, larvae and juveniles of fishes from plankton collections in the Gulf of St. Lawrence during 1970-1971. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 645: iv + 139 p.

Kohler, A.C., Faber, D.J. et McFarlane, N.J. 1977. Eggs, larvae and juveniles of fishes from plankton collections in the Gulf of St. Lawrence during 1972 to 1975. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 747: iv + 180 p.

Kostylev, V.E., Todd, B.G., Fader, G.B.J., Courtney, R.C,. Cameron, G.D.M. et Pickrill, R.A. 2001. Benthic habitat mapping on the Scotian Shelf based on multibeam bathymetry, surficial geology and sea floor photographs. Mar. Ecol. Prog. Ser. 219: 121-137.

Kulka, D., Hood, C. et Huntington, J. 2007. Recovery strategy for northern wolffish (*Anarhichas denticulatis*) and spotted wolffish (*Anarhichas minor*), and management plan for Atlantic wolffish (*Anarhichas lupus*) in Canada. DFO: Newfoundland and Labrador Region. St. John's, NL. x + 103 p.

Kulka, D.W., Simpson, M.R. et Hooper, R.G. 2004. Changes in distribution and habitat associations of wolffish (Anarhichidae) in the Grand Banks and Labrador Shelf. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/113. 43 p.

Kulka, D.W. et Simpson, M.R. 2004. Determination of Allowable harm assessment for spotted (*Anarhichas minor*) and northern (*Anarhichas denticulatus*) wolffish. DFO Atl. Fish. Res. Doc. 2004/049: 64p.

Kulka, D.W. et DeBlois, E.M. 1996. Non traditional groundfish species on Labrador Shelf and Grand Banks - wolffish, monkfish, white hake, and winter (blackback) flounder. DFO Atl. Fish. Res. Doc. 1996/07. 49 p.

Lachance, A.-A., Dutil, J.-D., Larocque, R., and Daigle, G. 2010. Shelter use and behaviour of conspecific juvenile spotted wolffish *Anarhichas minor* in an experimental context. Environmental Biology of Fishes 88: 207-215.

Larocque, R., Gendron, M.-H. et Dutil, J.-D. 2008. A survey of wolffish (*Anarhichas spp.*) and wolffish habitat in Les Méchins, Québec. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2786: vi + 29 p.

McRuer, J., Hurlbut, T. et Morin, B. 2000. Status of Atlantic wolffish (*Anarhichas lupus*) in the Maritimes (NAFO Sub-Area 4 and 5). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2000/138: 57 p.

Mayer, L.A. 2006. Frontiers in Seafloor Mapping and Visualization. Mar. Geophys. Res. 27: 7-17.

Mayer, L., Clarke, J.H. et Dijkstra, S. 1999. Multibeam sonar : potential applications for fisheries research. J. Shellfish Res.17(5): 1463 - 1467.

Miller, J. 2006. Multibeam Bathymetric and Backscatter Products for Benthic Habitat Mapping – there's no silver bullet. NOAA Fisheries Benthic Habitat Mapping

Conference – Seattle WA – Aug. 29-31, [en ligne]. ftp://ftp.soest.hawaii.edu/pibhmc/website/webdocs/documentation/Multibeam Bathymetry and Backscatter Products with Notes_compress.ppt (page consultée le 25 février 2010).

MPO. 2007. Zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent: identification et caractérisation. Secr. can. de consult. sci. du MPO. 2007/016

MPO 2009a. Caméra remorquée; contexte scientifique [en ligne]. http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/iml-mli/science/innovation/bio/camera/index-fra.asp (page consultée le 25 mars 2009).

MPO 2009b. Oxygène dissous ; conception d'un nouvel instrument [en ligne]. http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/iml-mli/science/innovation/bio/oxygene-oxygen/index-fra.asp (page consultée le 25 mars 2009).

MPO. 2005. Lignes directrices concernant la documentation nécessaire pour l'examen des aperçus et des évaluations écosystémiques. Secr. can. de consult. sci. du MPO. 2005/026. 10 p.

Nelson, G.A. et Ross, M.R. 1992. Distribution, growth and food habits of the Atlantic Wolffish (*Anarhichas lupus*) from the Gulf of Maine-Georges Bank Region. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 13: 53-61.

NOAA 2010. Benthic Terrain Modeler (BTM) [en ligne]. http://www.csc.noaa.gov/products/btm/ (page consulté le 10 février 2010).

Nozères, C., Archambault, D., Chouinard, P.-M., Gauthier, J., Miller, R., Parent, E., Schwab, P., Savard, L., et Dutil, J.-D. 2010. Guide d'identification des poissons marins de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent et protocoles suivis pour leur échantillonnage lors des relevés par chalut entre 2004 et 2008. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 2866: xi + 243 p.

OGSL, 2009. Observatoire global du Saint-Laurent, Pêches sentinelles [en ligne]. http://ogsl.ca/fr/sentinelles/contexte.html (page consultée le 25 mars 2009).

O'Dea, N.R. et Haedrich, R.L. 2003. A review of the status of the Atlantic wolffish, *Anarhichas lupus*, in Canada. Can. Field-Nat. 116: 423-432.

O'Dea, N.R. et Haedrich, R.L. 2001. COSEWIC status report on the spotted wolffish *Anarhichas minor* in Canada. COSEWIC assessment and status report on the spotted wolffish *Anarhichas minor* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. 22 p.

Parks, N. 2002. A Lingua Franca for Marine Habitat Classification-an Idea Whose time Has Come. BioSciences, April, 52:4. p. 324.

Randall, R.G., Jones, R.P., Minns, C.K. et Rice, J.C. 2004. Proceedings of a case study review of critical habitat identification for aquatic species-at-risk. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2004/047. 127 p.

Sameoto, J.A., Lawton, P. et Strong, M.B. 2008. An approach to the development of a relational database and GIS applicable scheme for the analysis of video-based surveys of benthic habitats. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2818: iv + 34p.

Scallon-Chouinard, P.-M., Dutil, J.-D. et Hurtubise, S. 2007. Liste des espèces de poissons inventoriés dans l'estuaire maritime du St-Laurent entre 1930 et 2005. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 2719: vi + 58 p.

Scott, W.B.S. et Scott, M.G. 1988. Atlantic fishes of Canada. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 219: 731 p.

Simpson, M.R. et Kulka, D.W. 2002. Status of three wolfish species (*Anarhichus lupus*, *A. minor* and *A. denticulatus*) in Newfoundland waters (NAFO Divisions 2GHJ3KLNOP). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2002/078. 48 p.

Somerton D.A. et Glendhill, C.T. 2005. Report of the National Marine Fisheries Service Workshop on Underwater Video Analysis, August 4-5, 2004, NOAA Technical Memorendum NMFS-F/SPO-68.

Stevens T. et Connolly, R.M. 2005. Local-scale mapping of benthic habitats to assess representation in a marine protected area. Mar. Freshwat. Res. 56:111-123.

Templeman, W. 1984. Migrations of wolffishes, *Anarhichas sp.*, from tagging in the Newfoundland area. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 5: 93-97.

Templeman, W. 1986a Contribution to the biology of the Spotted Wolffish (*Anarhichas minor*) in the Northwest Atlantic. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 7: 57-65.

Templeman, W. 1986b. Some biological aspects of Atlantic wolffish (*Anarhichas lupus*) in the Northwest Atlantic. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 7: 47-55.

Valentine, P.C., Todd, B.J. et Kostylev, V.E. 2005. Classification of marine sublittoral habitats, with application to the northeastern North America region. Am. Fish. Soc. Symp. 41:183-200.

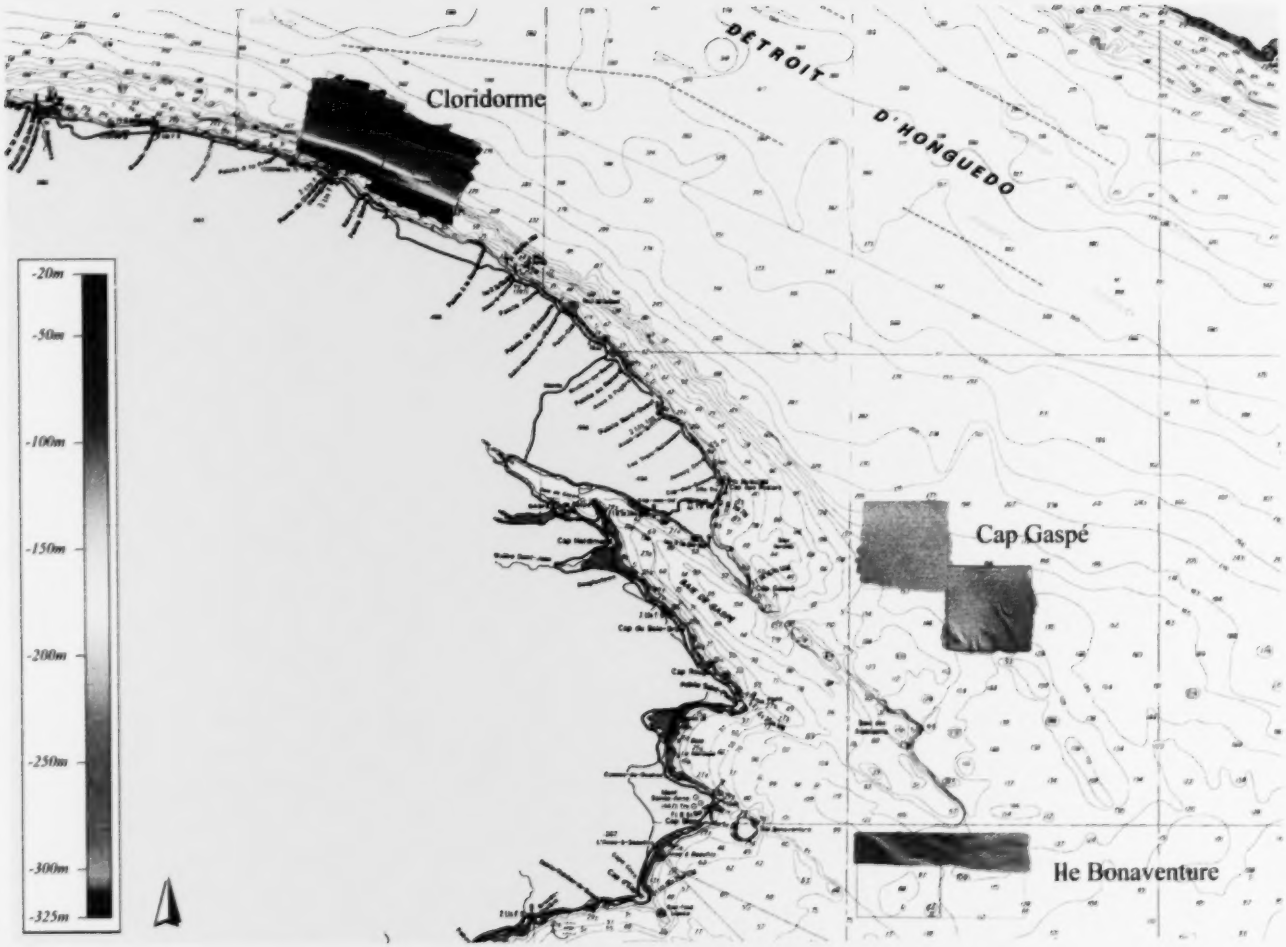

Figure 1. Localisation des trois secteurs étudiés à la pointe est de la péninsule gaspésienne. Les boites indiquent des zones de 10 x 10 km ciblées pour les levés acoustiques (en rouge : sans capture ; en vert : avec captures). Les zones colorées représentent la couverture réalisée.

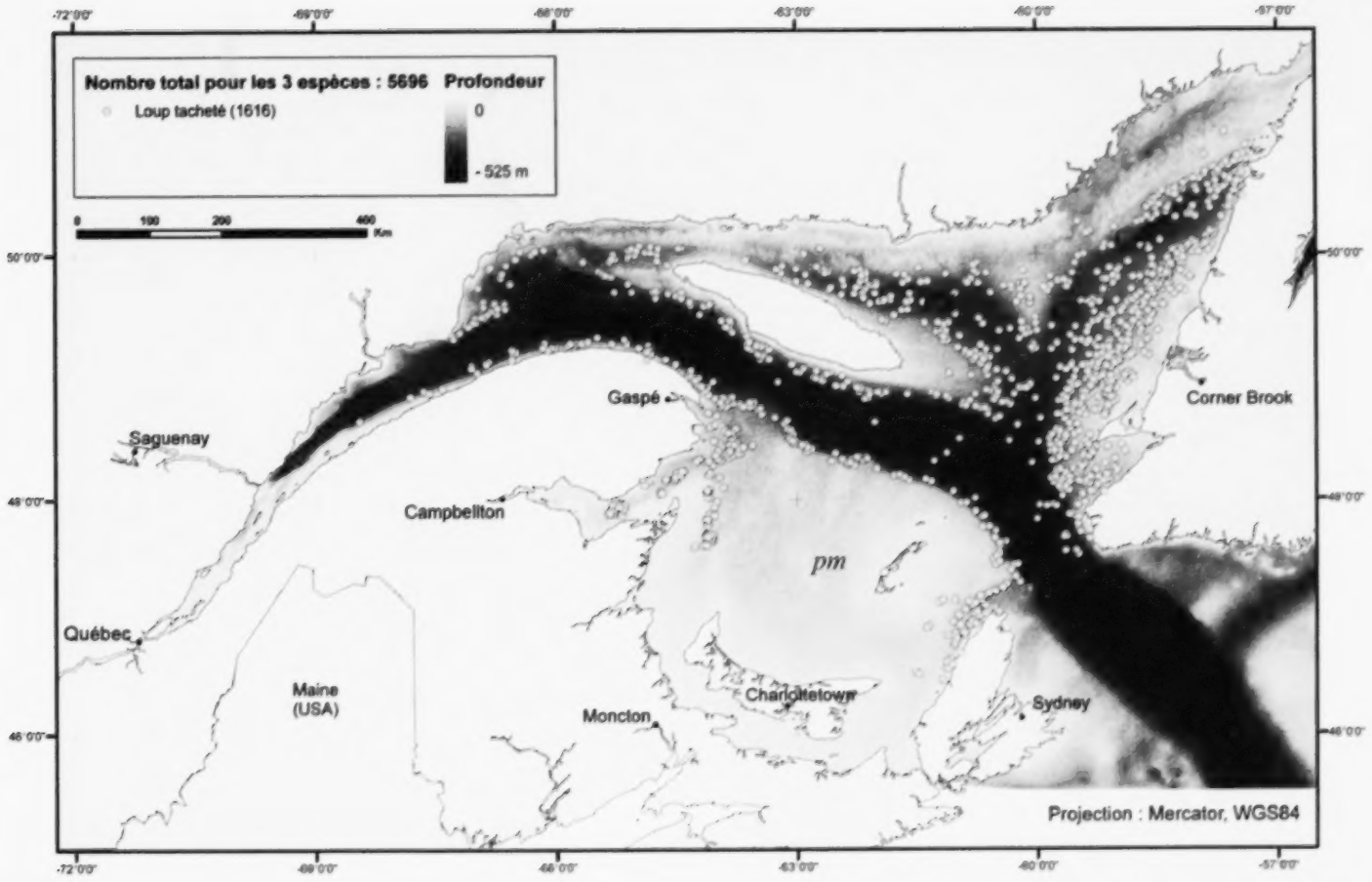

Figure 2. Localisation des captures de loups tachetés, *Anarhichas minor*, dans le golfe du Saint-Laurent entre 1971 et 2007 selon trois sources ; les relevés scientifiques annuels pour l'évaluation de l'abondance des poissons de fond, le programme des observateurs en mer et le programme des pêches sentinelles. CL : Chenal Laurentien ; CE : Chenal Esquiman ; CA : Chenal d'Anticosti ; pm : plateau madelinien.

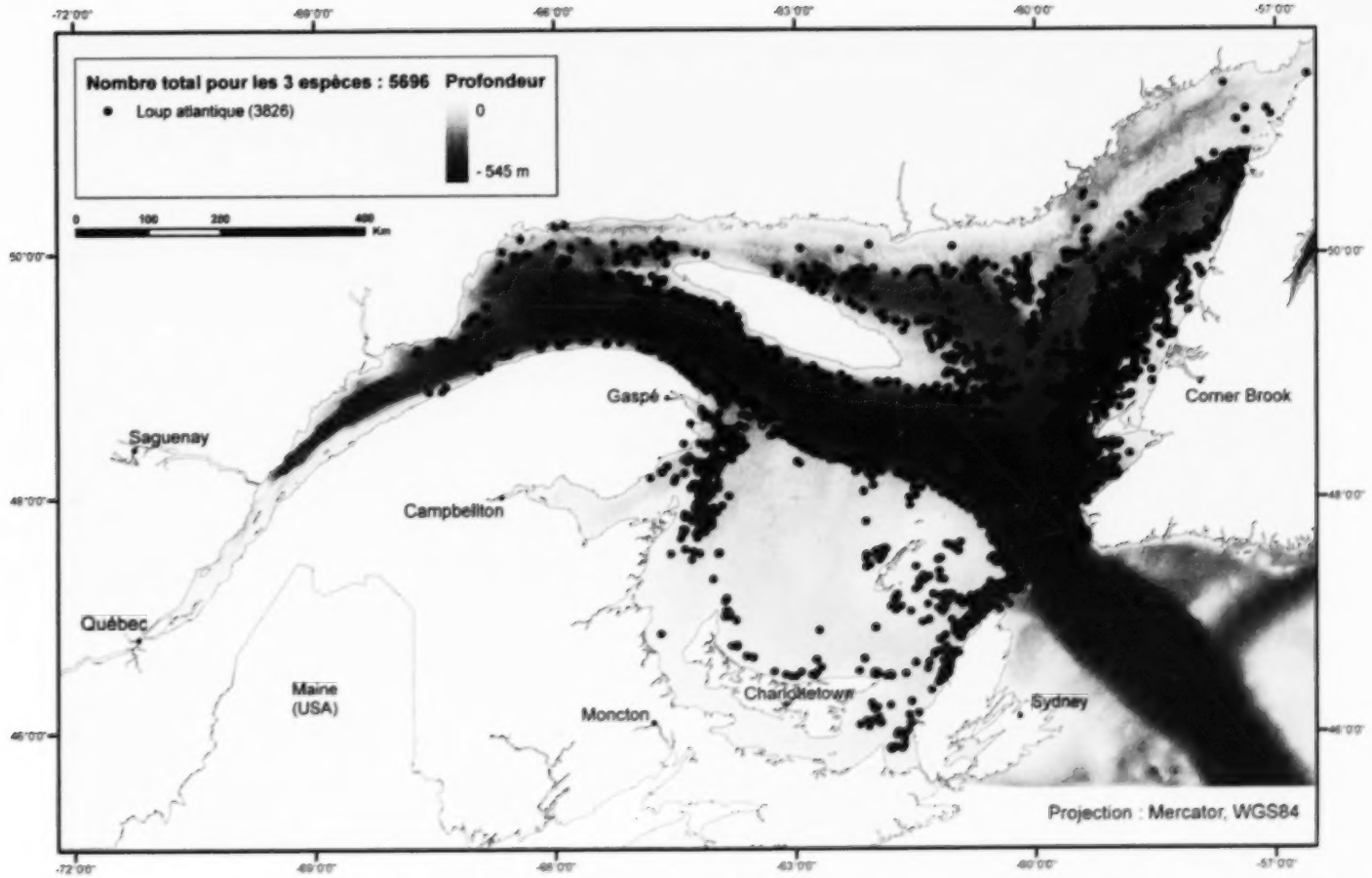

Figure 3. Localisation des captures de loups atlantiques, *Anarhichas lupus*, dans le golfe du Saint-Laurent entre 1971 et 2007 selon trois sources ; les relevés scientifiques annuels pour l'évaluation de l'abondance des poissons de fond, le programme des observateurs en mer et le programme des pêches sentinelles.

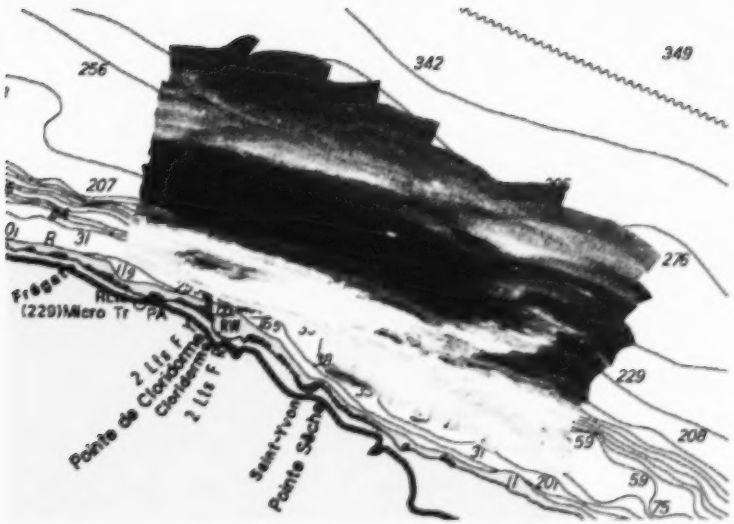

Figure 4. Rétrodiffusion, secteur de Cloridorme. Valeurs relatives : les zones claires indiquent une réflectivité élevée, les zones sombres, une réflectivité faible.

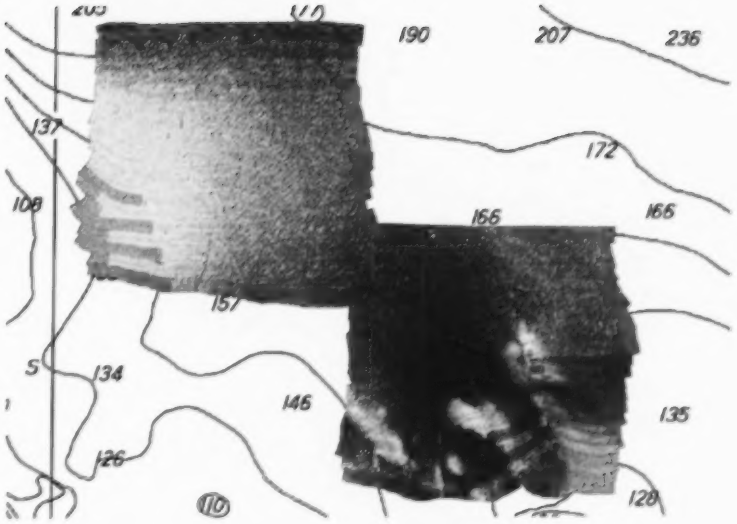

Figure 5. Rétrodiffusion, secteur de Cap Gaspé. Valeurs relatives : les zones claires indiquent une réflectivité élevée, les zones sombres, une réflectivité faible.

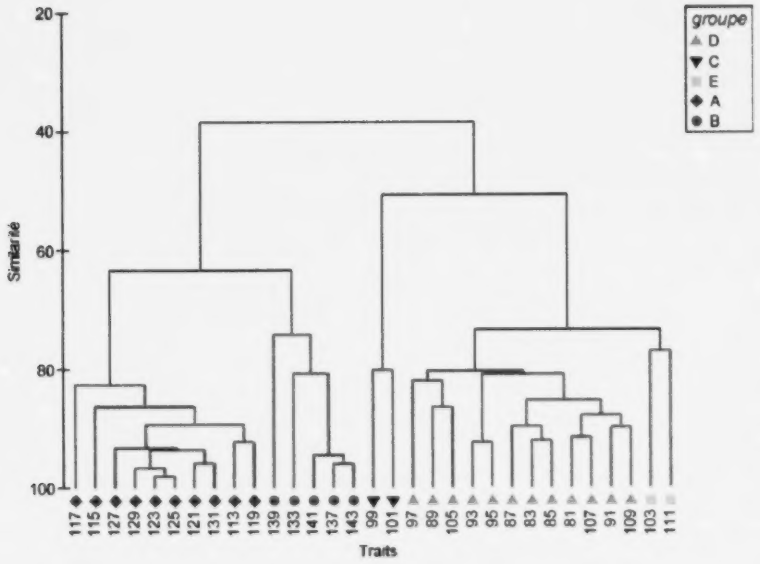

Figure 6. Analyse de groupement pour le secteur de Cloridorme, groupes statistiquement différents ($p<0.05$).

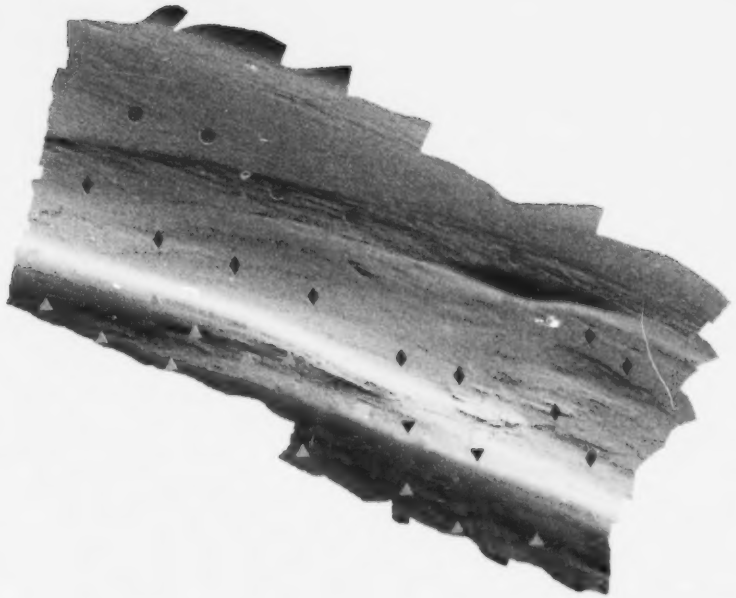

Figure 7. Cartographie des groupements pour le secteur de Cloridorme.

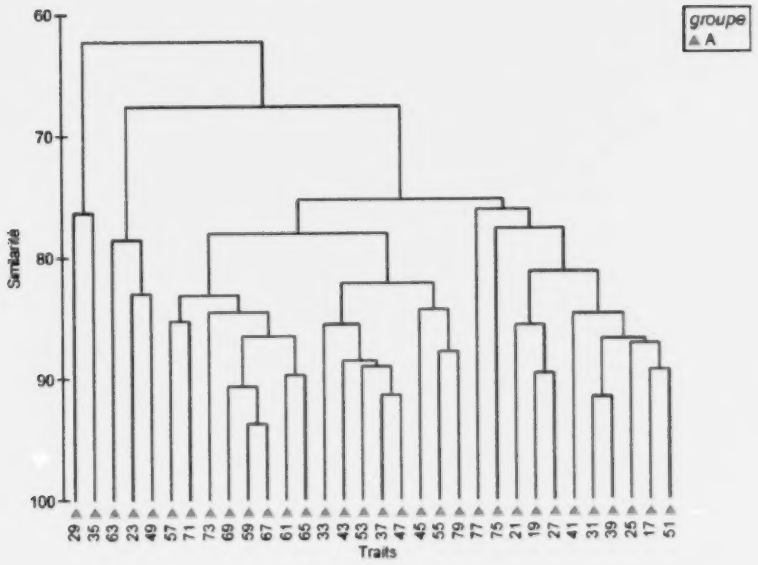

Figure 8. Analyse de groupement pour le secteur de Cap Gaspé, aucune différence statistiquement significative ($p>0.05$).

8 ANNEXES

Annexe 1. Sommaire, oxygène (optode) et température / salinité (CTD)

Secteur de Cloridorme

Trait	Date	Profondeur (m)	Concentration O_2 (µM)	% saturation O_2	Température (°C)	Salinité (PSU)
81	2006-07-15	59.3	281.9	79.7	1.19	32.224
83	2006-07-14	53.5	285.4	80.2	0.99	32.159
85	2006-07-14	41.8	298.5	84.3	1.27	31.708
87	2006-07-14	45.8	297.6	84.1	1.22	32.046
89	2006-07-14	109.5	153.8	45.4	2.59	33.382
91	2006-07-14	89.3	196.9	56.8	1.79	32.875
93	2006-07-14	65.5	265.6	75.3	1.26	32.271
95	2006-07-14	48.2	275.9	78.3	1.48	31.723
97	2006-07-16	129.2	144.6	43.0	2.81	33.464
99	2006-07-17	161.2	115.3	35.1	3.64	33.862
101	2006-07-17	137.8	132.0	39.6	3.11	33.589
103	2006-07-17	128.4	146.2	43.4	2.75	33.515
105	2006-07-17	116.7	166.2	48.8	2.37	33.287
107	2006-07-17	87.9	215.5	61.7	1.49	32.855
109	2006-07-14	101.4	171.2	50.0	2.23	33.097
111	2006-07-15	148.9	108.2	32.9	3.65	33.713
113	2006-07-15	223.6	85.3	26.5	4.36	34.436
115	2006-07-15	216.8	78.9	24.7	4.63	34.375
117	2006-07-15	225.5	77.8	24.4	4.73	34.438
119	2006-07-15	223.7	78.0	24.4	4.69	34.436
121	2006-07-15	242.1	77.0	24.2	4.75	34.515
123	2006-07-15	240.4	76.3	24.0	4.81	34.511
125	2006-07-15	236.3	76.2	23.9	4.80	34.498
127	2006-07-15	249.5	75.8	23.8	4.85	34.522
129	2006-07-16	261.8	79.4	25.2	5.27	34.526
131	2006-07-17	273.6	79.8	25.4	5.28	34.524
133	2006-07-16	292.6	84.4	26.9	5.39	34.524
137	2006-07-16	278.0	77.6	24.6	5.24	34.524
139	2006-07-16	260.5	76.4	24.2	5.17	34.526
141	2006-07-16	257.3	76.4	24.2	5.17	34.525
143	2006-07-16	254.9	76.1	24.1	5.21	34.524

Annexe 1 (suite). Sommaire, oxygène (optode) et température / salinité (CTD)

Secteur de Cap Gaspé

Trait	Date	Profondeur (m)	Concentration O_2 (µM)	% saturation O_2	Température (°C)	Salinité (PSU)
17	2006-09-26	142.8	162.5	47.7	2.4	33.506
55	2006-09-26	169.8	120.9	36.4	3.2	33.828
69	2006-09-26	187.1	94.6	28.9	3.8	33.981
73	2006-09-26	174.9	94.4	28.8	3.8	33.894
77	2006-09-26	193.7	79.2	24.4	4.2	33.981
79	2006-09-26	171.6	99.8	30.4	3.7	33.849

CTD, secteur de Cloridorme

Date	Trait le plus près	Profondeur (m)	Salinité (PSU)	Température (°C)
2006-07-17	81	59.9	32.224	1.20
2006-07-17	87	43.0	31.723	1.75
2006-07-17	107	139.7	33.674	3.34
2006-07-17	121	258.0	34.386	4.96
2006-07-17	137	264.6	34.524	5.22
2006-07-17	129	263.8	34.567	5.28

CTD, secteur de Cap Gaspé

Date	Trait le plus près	Profondeur (m)	Salinité (PSU)	Température (°C)
2006-09-26	69	180.1	33.981	3.91
2006-09-26	41	157.6	33.673	3.10
2006-09-26	23	107.8	33.007	2.13

Annexe 2. Documents et informations complémentaires sur le DVD-ROM

1) Images : L'ensemble des images saisies de la vidéo géoréférencées et présentées en format Google Earth (fichiers KMZ).

2) Vidéos :
- Équipements et manipulations
- Types de fonds
- Biologie et habitats particuliers.

3) Données :
- Sommaire des données biologiques provenant des vidéos
- Cartographie des pentes et captures de loups dans le golfe du Saint-Laurent
- Cartographie de la classification du relief (10 classes) et captures de loups dans le golfe du Saint-Laurent.
- Cartographie de la classification du relief (10 classes) et captures de loups dans le golfe du Saint-Laurent.

4) Documents :
- Cicatrices d'icebergs recensées à partir de relevés multifaisceaux au large de Cap Gaspé, Jonathan Roger, mémoire de fin de baccalauréat, Université Laval, 2009.
- Liste des espèces de poissons inventoriés dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent entre 1930 et 2005, P.-M. Scallon-Chouinard, J.-D. Dutil et S. Hurtubise.
- Révision des identifications de poissons faites lors des relevés scientifiques annuels de l'abondance des poissons de fond et de la crevette nordique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent, J.-D. Dutil, R. Miller, C. Nozères, B. Bernier, D. Bernier et D. Gascon.
- A survey of wolffish (Anarhichas spp.) and wolffish habitat in Les Méchins, Quebec, Richard Larocque, Marie-Hélène Gendron, and Jean-Denis Dutil.
- Shelter use and behaviour of juvenile spotted wolffish Anarhichas minor in an experimental context, Andrée-Anne Lachance, Jean-Denis Dutil, Richard Larocque and Gaétan Daigle.
- Poissons connus et méconnus des fonds marins du Saint-Laurent, Jean-Denis Dutil, Claude Nozères, Pierre-Marc Scallon-Chouinard, Lou Van Guelpen, Denis Bernier, Serge Proulx, Roberta Miller, Claude Savenkoff.

Annexe 3. Navigation dans le DVD-ROM

Le document a été écrit en HTML et le contenu actif est en Java et en Flash. On le consulte de la même manière qu'un document web.

Le texte comporte de nombreux hyperliens vers de l'information complémentaire.

- Les liens vers des textes complémentaires sont soulignés.
- Les liens vers des photographies apparaissent comme une caméra ( )
- Les liens vers des figures ou schémas comme un graphique ( )
- Les liens vers des cartes sont représentés par un globe terrestre ( )

Le document ne requiert pas une connexion à internet ni un ordinateur très performant. Un mode d'affichage à 1280x1024 pixels ou mieux est préférable, le minimum est de 1024x768.

1) Démarrage : Si la lecture du disque ne démarre pas automatiquement, sélectionner le lecteur de DVD puis le fichier « start.bat ».

2) Système d'exploitation: Les fonctionnalités du document ont été vérifiées sous Windows XP-SP3, Windows Vista, Windows 7 et Mac OSX. Il n'a pas été testé sur d'autres systèmes d'exploitation.

3) Version du fureteur : Le visionnement des liens actifs dans les cartes interactives nécessite la version 7 ou mieux de Internet Explorer ou la version 3 ou mieux de Mozilla Firefox. Les versions antérieures permettent de visionner les cartes, mais les liens actifs ne seront pas visibles. La compatibilité avec d'autres fureteurs n'a pas été vérifiée.

4) Contenu actif bloqué : Il peut être requis d'autoriser les scripts et le contenu actif si ceux-ci ont été désactivés par mesure de sécurité.

Le lecteur est prié de signaler toute erreur au premier auteur (richard.larocque@dfo-mpogc.ca).